

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Токарев Максим Юрьевич
(Ф.И.О. обучающегося)

6B07108 – Транспортная инженерия
(шифр и наименование ОП)

На тему: Модернизация кондуктора для сварки боковой панели Hyundai Tucson

Выполнено:

- а) графическая часть на 6 листах
б) пояснительная записка на 47 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа представляет собой всесторонне проработанный инженерно-технологический проект, посвящённый актуальной задаче — повышению надёжности и производственной эффективности сварки кузовных элементов автомобиля путём модернизации существующего кондуктора. Проект выполнен на примере цеха сварки кузовов завода Hyundai Trans Kazakhstan.

В качестве основного технического решения рассматривается установка устройства Дэмиган, что позволяет автоматизировать сварку в труднодоступных зонах, повысить качество соединений и снизить долю брака. Работа грамотно структурирована, содержит исследовательскую, теоретическую, техническую и экономическую части, а также проработанные разделы по организации внедрения и охране труда.

Оценка работы

Дипломная работа выполнена на актуальную тему, связана с повышением эффективности производственного процесса. Представлен анализ состояния проблемы, предложены актуальные и практичные решения с расчётами и графическим материалом. Работа хорошо проработана и выполнена на хорошем техническом уровне, заслуживает оценки А, 90% «отлично», а её автор Токарев Максим Юрьевич заслуживает присвоения академической степени бакалавра по специальности 6B07108 – Транспортная инженерия.

Рецензент

Ассоциированный профессор
АЛТ университета им. М.Тынышпаева,

Кандидат технических наук, доцент

(дожизненно, учёная степень, звание)

Жусупов К.А.

(подпись)

HR департамент

2025 г.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу
(наименование вида работы)
Токарев Максим Юрьевич
(Ф.И.О. обучающегося)
6B07108 – Транспортная инженерия
(шифр и наименование ОП)

Тема: «Модернизация кондуктора для сварки боковой панели Hyundai Tucson»

Дипломная работа состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников, приложений, а также графической части, включающей 6 листов чертежей. Объём пояснительной записки составляет 47 страницы.

Работа посвящена вопросам совершенствования участка обварки боковой панели в цеху сварки кузовов завода Hyundai Trans Kazakhstan. В ней выполнен анализ текущего состояния участка, выявлены основные проблемы, предложены конкретные технические и организационные решения, а также проведены расчёты, подтверждающие экономическую эффективность предлагаемых мер.

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

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

Дипломный проект Токарева М.Ю. может быть рекомендован к защите с присвоением ему академической степени бакалавра по образовательной программе 6B07108 – Транспортная инженерия.

Научный руководитель

Доктор PhD

Ассоциированный профессор

(должность, уч. степень, звание)

_____ Камзанов Н.С.

(подпись)

«03» 06 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.

**ДОПУЩЕН
К ЗАЩИТЕ**

» 06 2025г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Модернизация кондуктора для сварки боковой панели Hyundai Tucson»

6B07108 – Транспортная инженерия

Выполнил

Токарев Максим Юрьевич

Рецензент

Кандидат технических наук,
ассоциированный профессор

Жусупов К.А.

» 06 2025г.



Научный руководитель

Доктор PhD, ассоциированный
профессор

Камзанов Н.С.

» 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.

« 25 » 01 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Токареву Максиму Юрьевичу

Тема: «Модернизация кондуктора для сварки боковой панели Hyundai Tucson»

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

Срок сдачи законченной работы «11» июня 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: Техническая документация цеха сварки кузовов на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan», схема технологического процесса, производственные чертежи, материалы аналитического обзора технологического процесса линии, данные практики и стажировки

Краткое содержание дипломной работы:

а) Теоретическая часть. Характеристики оборудования, обзор определений, проблемы текущей конструкции

б) Расчетно-технологическая часть. Конструктивные изменения оборудования, особенности, требования;

б) Организационно-технологическая часть. Организация работы по модернизации, расчёт штата сотрудников для проведения работы, этапы реализации проекта;

в) Конструкторская часть. Установка оборудования, конструкционные решения, изменение конструкции оборудования.

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

Рекомендуемая основная литература: из 15 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Характеристики оборудования, обзор определений, проблемы текущей конструкции	01.02.2025 – 28.02.2025	выполнено
Конструктивные изменения оборудования, особенности, требования;	01.03.2025 – 25.03.2025	выполнено
Установка оборудования, конструкционные решения, изменение конструкции оборудования.	26.03.2025 - 27.05.2025	выполнено

Подписи

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

Наименование разделов	Консультанты (И.О.Ф., уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основные разделы дипломной работы	Камзанов Н.С., доктор PhD, ассоциированный профессор	02.06.2025г.	
Нормоконтролер	Сарсанбеков К.К., Старший преподаватель	04.06.2025г.	

Научный руководитель  Камзанов Н.С.

Задание принял к исполнению обучающийся  Токарев М.Ю.

Дата "01" февраля 2025г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1. Исследовательская часть	9
1.1. Общие сведения о предприятии	9
1.2. Общая характеристика и процессы участка предприятия	10
1.3. Описание объекта модернизации	12
1.4. Описание инфраструктуры оборудования	14
1.5. Актуальность темы исследования	17
1.6. Цель и задачи исследования	17
2. Теоретическая часть	20
2.1. Современное состояние изучаемой проблемы	20
2.2. Проблемы текущей конструкции	21
2.3. Конструкционные особенности и материалы	23
2.4. Анализ надёжности и технологической применимости	24
3. Техническая часть	26
3.1. Конструкционные изменения модернизируемого оборудования	26
3.2. Применяемые инструменты, материалы и комплектующие	26
4. Организация и планирование внедрения	31
4.1. Организация работы	31
4.2. Этапы реализации проекта	31
4.3. График выполнения работ	32
4.4. Ответственные лица и исполнители	33
5. Расчётно-технологическая часть	34
5.1. Экономическая обоснованность внедрения	34
5.2. Расчёт производительности	37
6. Охрана труда и требования безопасности	39
6.1. Потенциальные опасности	39
6.2. Разработка мер безопасности при работе	39
Заключение	41
Список использованной литературы	43
Приложения	44

ВВЕДЕНИЕ

Современное автомобилестроение развивается стремительными темпами, что требует постоянного совершенствования производственных процессов, оборудования и технологий. Одной из ключевых задач, стоящих перед автомобильными предприятиями, в особенности заводов, производящих автомобили, является обеспечение стабильного качества выпускаемой продукции при одновременном снижении затрат, оптимизации производственных процессов и увеличении производительности. Особенно это актуально на этапе сварки кузова, где точность позиционирования деталей при сварке оказывает прямое влияние на геометрию, прочность и жёсткость всего автомобиля.

Один из важных элементов, обеспечивающих точность сборки кузова, — это кондуктор для сварки, который выполняет функцию позиционирования кузовных деталей при их соединении. Кондуктор задаёт точную геометрию и обеспечивает неподвижность элементов во время сварки, предотвращая их деформацию. Однако при длительной эксплуатации и изменении производственных требований даже такие узлы требуют модернизации.

В условиях роста требований к качеству сварки, особенно в производстве кузовов современных автомобилей, модернизация сварочного оборудования становится неотъемлемой частью развития производства кузовов автомобилей. Модернизация оборудования, сварочных кондукторов и производственного процесса является шагом в сторону повышения эффективности и технологичности сборочного процесса.

На практике кондукторы подвергаются эксплуатационным нагрузкам, а также сталкиваются с необходимостью постоянного обслуживания, осмотра и настройки, поскольку работоспособность и качество выполняемой работы напрямую влияет на обеспечение качества выпускаемой продукции. В условиях массового производства даже незначительное повышение точности и скорости сварочного процесса может привести к существенному экономическому эффекту в масштабах всего предприятия.

Данная дипломная работа посвящена проекту модернизации кондуктора для сварки боковой панели автомобиля Hyundai Tucson путём установки устройства Дэми-ган. В работе рассмотрены особенности конструкции существующего оборудования, приведены технические решения по внедрению нового элемента, даны расчёты экономической эффективности предложенной модернизации, а также проанализированы вопросы безопасности при проведении сварочных работ.

Целью данной дипломной работы является рассмотрение всех аспектов проведения модернизации, с разработкой актуального после внедрения технологического процесса.

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общие сведения о предприятии

ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» — современный автомобильный завод полного цикла, это предприятие является дочерним подразделением компании «Astana Motors» и играет ключевую роль в развитии отечественного автопрома, обеспечивая выпуск легковых автомобилей марки Hyundai для внутреннего рынка и стран СНГ.

Предприятие расположено в Алматинской области, город Алматы, Алатауский район, микрорайон Алгабас, Индустриальная зона, улица 7, здание 138/5. Согласно данным Национального Бюро статистики, ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» является крупным предприятием и рассчитано на 501-1000 рабочих мест.

Завод НТК включает в свою работу производство автомобилей марки Hyundai, моделей Elantra, Sonata, Tucson, Palisade, Santa Fe, Staria, Mufasa и Custin, а также марки Genesis, моделей GV70, G70, G80.

Закуп и завоз деталей для производства автомобилей производится из Южной Кореи, некоторые компоненты производятся в Казахстане, на заводе группы Astana Motors.

Строительство завода началось в апреле 2019 года, и уже в октябре 2020 года предприятие было введено в эксплуатацию. Общая площадь завода составляет 40 тыс. кв. м, а производственная мощность достигла 50 тыс. автомобилей в год. Завод оснащён современным оборудованием от ведущих южнокорейских производителей, таких как Hyundai Motor Company, Sammi-K, YASKAWA, Bluewel, Hyundai Robotics, Obara, Korea Hoist, Durr Korea, Korea Tech и Hyundai Rotem. Производственный процесс включает в себя сварку, окраску, окраску пластиковых деталей, сборку и склад компонентов. Все операции выполняются в строгом соответствии с технологическими стандартами Hyundai Motor Company, что подтверждается сертификацией от международных организаций, таких как VCA (Великобритания), RDW (Нидерланды) и TÜV Rheinland Korea. Особое внимание в данной дипломной работе уделяется Цеху сварки кузовов, где осуществляется соединение штампованных деталей в единый кузов автомобиля. Процесс сварки включает в себя точечную сварку боковин, панели крыши и пола, которые затем объединяются на основном (Главном) кондукторе. После завершения сварочных операций на кузов наносятся идентификационные номера, и он передаётся в Цех окраски.

В 2025 году была проведена модернизация завода для выпуска модели Santa Fe методом мелкоузловой сборки CKD. В рамках модернизации ЦСК были установлены 4 сварочных робота, а также новые сварочные кондукторы для сварки деталей модели Santa Fe. Новое оборудование даёт возможность повысить производительность цеха с 3 UPH до 6 UPH.

1.2 Общая характеристика и процессы участка предприятия

Цех сварки кузовов на заводе Hyundai Trans Kazakhstan является частью производственного процесса мелкоузловой сборки CKD. Деятельность ЦСК включает в себя сварку кузовов моделей Hyundai Tucson и Hyundai Santa Fe. В цеху осуществляется сварка кузова из штампованных деталей.

В процессе сварки кузовов модели Hyundai Tucson используется 51 деталь, соединяемые 1624 сварочными точками методом контактной сварки. На модель Santa Fe уходит 1758 сварных точек и 57 деталей.

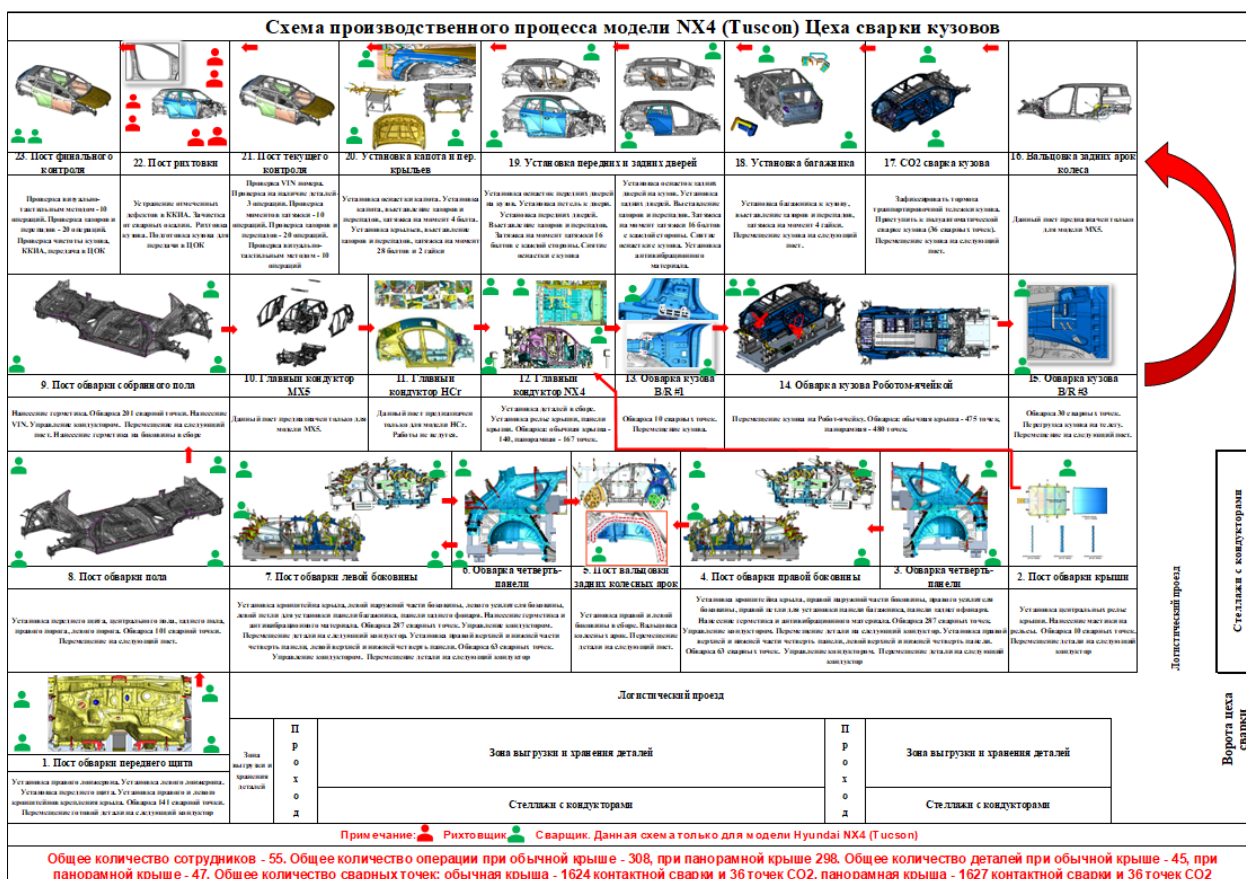


Рисунок 1 - Производственная схема ЦСК для модели Tucson.

Площадь цеха составляет 3600 м². Цех оснащён 13 кондукторами для производства кузовов Tucson. В их число входят:

- Кондуктор для прихватки переднего щита;
- Кондуктор для обварки переднего щита;
- Кондуктор для обварки крыши;
- Кондуктор для обварки правой четверть-панели;
- Кондуктор для прихватки правой боковины;
- Кондуктор для обварки правой боковины;
- Кондуктор для прихватки левой боковины;
- Кондуктор для обварки левой боковины;
- Кондуктор для обварки левой четверть-панели;
- Кондуктор для прихватки пола в сборе;

- Кондуктор для обварки пола в сборе с маркиратором;
- Главный кондуктор.

Также, цех поделён на посты и участки, в зависимости от процесса, который происходит на нём:

- Пост обварки переднего щита;
- Пост обварки крыши;
- Пост обварки боковины;
- Пост обварки пола;
- Главный кондуктор;
- Пост обварки кузова;
- Пост сварки CO₂;
- Пост установки багажника;
- Пост установки дверей;
- Пост установки крыльев и капота;
- Пост промежуточного контроля;
- Пост рихтовки;
- Пост окончательного контроля;
- Пост очистки кузова.

Каждый пост отличается своим технологическим процессом и выполняет свою функцию.

Например, пост обварки переднего щита производит передний щит в сборе. Он состоит из: правого и левого лонжерона, панели переднего щита. Затем идёт пост обварки крыши. При обварке крыши используется четыре рельсы крыши, обеспечивающие жёсткость крыши, и панель крыши. После крыши расположены посты обварки правой и левой боковины, в его структуру входят кондуктора для обварки правой и левой четверть-панелей, прихватки и обварки правой и левой боковин. После завершения процесса обварки боковины проходят вальцовку задних колёсных арок. Для этого есть специальный кондуктор. После прохождения вальцовки боковину отправляют на Главный кондуктор.

Затем следует пост обварки пола в сборе. На этом посту устанавливают передний щит, центральную и заднюю панель пола, а также пороги. После обварки наносят VIN-номер, это делается с помощью маркиратора, который набивает VIN-код в соответствии с актуальным трейсингом. Процесс набивки происходит с помощью давления воздуха. Специальная игла под давлением воздуха в пневмоцилиндрах выбивает номер на поперечном элементе переднего щита.

После поста обварки пола идёт Главный кондуктор. Это – место, где детали совмещаются в кузов автомобиля. Визуально представляет собой кондуктор в перевёрнутой П-образной форме, где по бокам расположены направляющие, зажимы и Дэми-ганы, а на нижней части, установленной на полу, также направляющие. На кондуктор устанавливают боковины и пол, затем кондуктор смыкается, соединяя кузов воедино. Затем начинаются сварочные операции. После их завершения на верхнюю часть кузова устанавливают рельсы для крыши, приваривают и уже потом ставят панель крыши.

После обварки кузова, его с помощью ГПМ перегружают на конвейер (шаттл) Робота-ячейки. После небольших сварочных операций кузов отправляется на обварку Роботом. Робот выполняет сварку 30% сварочных точек от общего количества сварных точек на кузове.

По завершению процесса обварки на Роботе, кузов перегружают на тележку и транспортируют на линию установки навесных деталей. В их число входят багажник, двери, крылья и капот. После установки проходят текущий контроль, где выявляются дефекты, осматривается кузов, проверяют зазоры и перепады навесных деталей. Если находятся дефекты, их исправляют на посту рихтовки. Затем кузов очищают и отправляют в цех окраски. На этом технологический процесс ЦСК заканчивается.

1.3 Описание объекта модернизации

В качестве объекта, подвергаемого модернизации рассматривается кондуктор для обварки боковины. Кондуктор — это специальное оборудование, используемое на производственной линии Цеха сварки кузовов для точного позиционирования и фиксации деталей во время сварки.

Кондуктор выполняет роль позиционера и служит для того, чтобы фиксировать различные части кузова, чтобы они не смещались во время сварки, обеспечивая точность сварки и правильное положение всех элементов в процессе обварки. Таким образом, кондуктор исключает возможность деформации детали во время сварки, поскольку во время сварочного процесса выделяется много тепла, что может сжимать тонкий (0,8-1,2 мм) металл.

Составляющие кондуктора и их предназначение представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функционал сварочного кондуктора

Составляющая	Функционал
Платформа	Основание всей конструкции, на которое крепятся остальные элементы. Обеспечивает устойчивость конструкции.
Панель управления	Управление рабочими элементами кондуктора.
Стойки	Вертикальные или горизонтальные элементы, на которые устанавливаются направляющие или цилиндры.
Цилиндры	Пневматические цилиндры, на которых закреплены зажимы, для фиксации деталей. Работают от сжатого воздуха.
Направляющие	Конусообразные или цилиндрические отфрезерованные элементы, крепятся на стойках, установлены согласно геометрии детали, в местах, где расположены технологические отверстия.
Зажимы	Металлические элементы различной формы, в зависимости от геометрии детали, служат для фиксации детали к другой детали для предотвращения деформации или нарушения формы при сварке.

На кондуктор боковины в процессе сборки детали устанавливаются:

- боковая панель;
- усилитель;
- четверть-панель;
- кронштейн заднего фонаря;
- панель заднего фонаря;
- кронштейн крепления крыла;

Перед тем, как начинать работу, каждый сотрудник должен пройти инструктаж по использованию оборудования и ознакомиться с технологическим процессом.

1.4 Описание инфраструктуры оборудования

В ЦСК самым важным компонентом производства является оборудование, используемое в процессе сварки. Это:

- сварочные пистолеты;
- кондуктора;
- Дэми-ганы.

Сварочный пистолет - предназначен для выполнения точечной контактной сварки кузовных элементов. Он используется на сварочных роботах или ручных подвесных установках и обеспечивает локальное соединение металлических деталей под действием давления и электрического тока. В зависимости от требуемой мобильности, удобства работы и доступности для выполнения сварки в различных условиях доступа к кузову, сварочные пистолеты могут быть различными по габаритам, весу и геометрической форме. Таким образом, конфигурация сварочного пистолета полностью зависит от местоположения сварочных точек на кузове и их труднодоступности. Пистолеты могут быть предназначены для работы с точками, расположенными как в плоских, так и в сложных геометрических местах, таких как углы, стыки или внутренние поверхности деталей. И в зависимости от этих факторов каждый сварочный пистолет имеет разную модель и серийный номер.

Основные его составляющие – пневмоцилиндр, работающий от сжатого воздуха. Отвечает за подвод и сжатие электродов. Устройство, выполненное по типу насоса, в котором энергия сжатого воздуха преобразуется в кинетическую энергию поршня, а уже он в свою очередь двигает другой механизм; электроды (используются диаметром 13 и 16 мм). Изготавливаются из медного сплава. Они обеспечивают подачу тока и давления на детали; клещи – выполнены в С- либо Х-образной форме, в зависимости от необходимой геометрии. Изготавливаются из сплава меди и латуни; триггер – рукоятка, позволяющая управлять пистолетом в пространстве и имеет кнопку на ней для активации сварочного пистолета; нескручиваемый кабель – сплетение шестижильных медных кабелей, обёрнутые в резину и передающие ток от источника питания (трансформатора); Также любой сварочный пистолет оснащён системой охлаждения (водяной), вода к которой подводится из инженерных сетей завода; для осуществления работы пневмоцилиндра к пистолету подведена подача сжатого воздуха.

Распределение подачи воздуха, воды и электричества проходит через трансформатор. С помощью трансформатора осуществляется включение, выключение и настройка сварочных пистолетов. Он обеспечивает стабильную работу сварочного пистолета и интегрируется с контроллерами STN21 для точного управления сварочными процессами и обеспечения высокого качества выполняемой операции.

Состав и характеристики медного сплава, из которого изготавливаются электроды, приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики медного сплава

Медный сплав C18150 (CuCrZr)	
Содержание меди	ок. 97,9-98,6%
Хром	0,6-1,2%
Цирконий	0,03-0,3%
Плотность	8,9 г/см ³
Твёрдость	110-150 НВ
Предел прочности	До 500 МПа
Электропроводность	75-85% IACS
Термостойкость	Сохраняет свойства при многократном использовании в сварочных операциях

Сварочный пистолет может быть задействован на сварочных работах либо в качестве ручной подвесной установки. В случае с ручной подвесной установкой на КВК-рельсы устанавливаются пружинные подвесные балансиры, и на них с помощью металлического эластичного троса крепится сварочный пистолет. Такая конструкция позволяет эффективно в плане эргономики использовать сварочный пистолет и манипулировать им. Характеристики сварочных пистолетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики сварочного пистолета

Номинальная сварочная мощность	144 кВт
Максимальное кол-во свар. листов	4 слоя (толщина до 1,2 мм)
Напряжение питания	380 В
Усилие на электродах	1960 Н – 2646 Н
Ток короткого замыкания	6,5 – 10 кВа
Расход воды	10 л/мин
Давление воды	0,392 Мпа
Температура воды для охлаждения	10-30 °С
Мин. значение давления воздуха	0,245 Мпа
Рабочая температура трансформатора	50 °С

Дэми-ган (Dummy-gun) это имитатор сварочного пистолета, применяемый на Главном кондукторе, в зонах, где участие ручного сварочного пистолета недоступно или затруднено. Это интегрированный сварочный модуль, устанавливаемый на кондуктор для подачи тока и сжатия в месте сварки. Его назначение – обеспечивать дополнительную точечную или контактную сварку элементов боковины (например, прихватки или стойки) за счёт регулировки усилия и тока. Он применяется в случаях, где невозможно проведение ручной сварочной операции, поэтому управляется удалённо. Схема работы Дэми-гана представлена на рисунке 2.

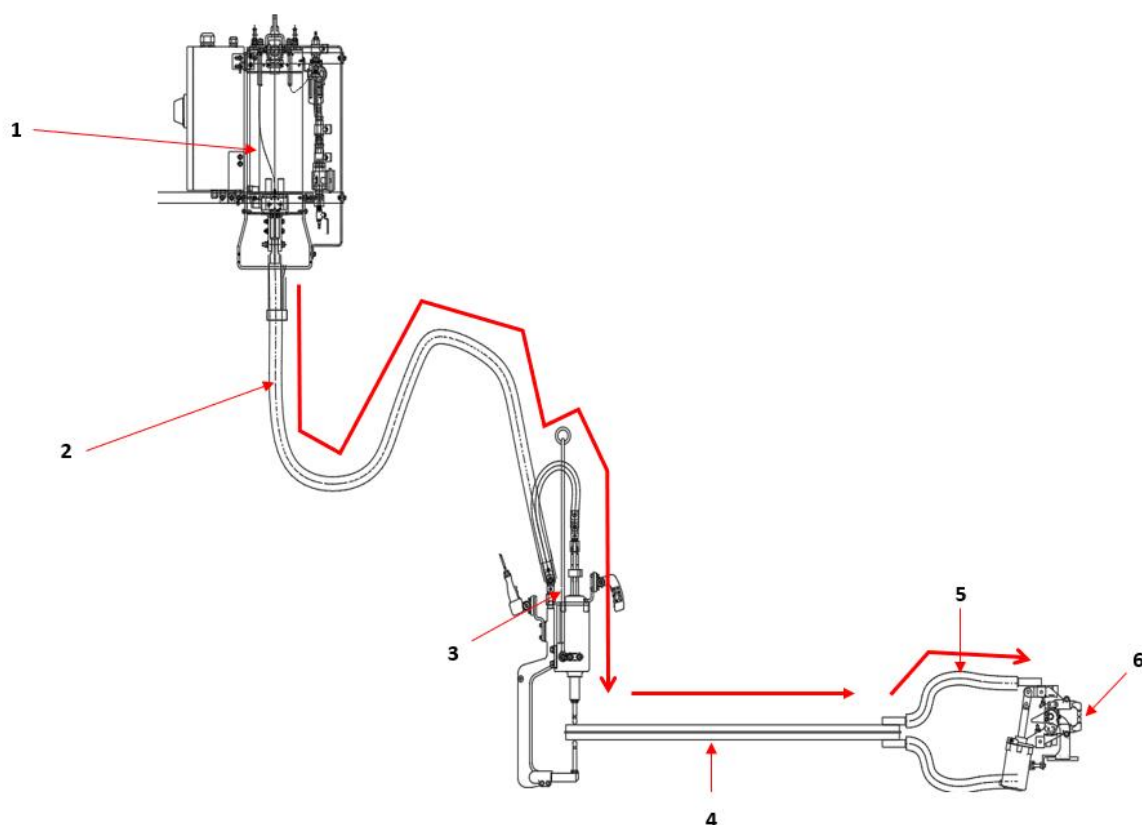


Рисунок 2 - Схема работы Дэми-гана

Таблица 4 – спецификация обозначений на Рисунке 2

1	Трансформатор
2	Нескручиваемый кабель
3	Сварочный пистолет
4	Шина
5	Кабель питания Дэми-гана
6	Дэми-ган

В таблице 5 указаны последовательность работы Дэми-гана согласно схеме

Таблица 5 – последовательность работы Дэми-гана

№	Порядок
1	Подача тока
2	Передача тока
3	Сжатие сварочного пистолета
4	Передача тока по шине
5	Передача тока с шины на Дэми-ган
6	Сжатие Дэми-гана

Таким образом, Дэми-ган способствует сокращению количества сварочных точек, выполняемых вручную; повышает стабильность цикла работы в зонах с ограниченным доступом; обеспечивает качественное сварное соединение.

1.5 Актуальность темы исследования

На современном этапе развития промышленности, особенно в области автомобилестроения, существенно возрастают требования к качеству, надёжности и технологичности выпускаемой продукции. В связи с этим предприятия вынуждены адаптироваться к новым условиям конкуренции, что выражается в постоянной модернизации оборудования, оптимизации производственных процессов и внедрении инновационных решений. Важнейшим элементом производства автомобилей является сварка, а точнее — технология точечной контактной сварки, которая обеспечивает прочное соединение деталей кузова без дополнительного материала и с минимальным тепловым воздействием на зону шва.

Одним из ключевых факторов, влияющих на стабильность и точность сварки, является качество и состояние сварочного оборудования. В частности, кондукторы для сварки играют критически важную роль в формировании геометрии кузова, обеспечивая точное взаимное расположение деталей перед сваркой. От точности позиционирования кондуктора напрямую зависит соответствие геометрических параметров кузова технической документации, а значит — безопасность автомобиля в целом.

В условиях массового производства, такого как на заводе Hyundai Trans Kazakhstan, где методом мелкоузловой сборки собираются я две модели, требования к оборудованию особенно высоки. Отклонения при сварке кузовных деталей могут привести к нарушению всей пространственной структуры кузова, снижению прочностных характеристик и повышению количества дефектов. Это влечёт за собой дополнительные затраты на устранение брака, снижение производительности и репутационные риски для предприятия.

Существующие сварочные кондукторы, как правило, спроектированы с расчётом на определённый цикл использования и модель автомобиля. Однако в условиях стремления к сокращению времени производственного цикла, используемые кондукторы нуждаются в техническом переоснащении. Одним из таких решений является установка устройства "Дэми-ган" (Dummy Gun) — специализированного элемента, обеспечивающего надёжный контакт в цепи подачи сварочного тока и имитирующего работу активного сварочного пистолета в удалённых зонах.

Интеграция Дэми-гана в конструкцию сварочного кондуктора позволяет улучшить качество сварного соединения, повысить повторяемость процесса, снизить вероятность отклонений по току, а также оптимизировать электрическую схему без необходимости установки активного сварочного оборудования в каждом узле. Кроме того, использование подобных систем снижает износ сварочного инструмента, упрощает техническое обслуживание и способствует унификации оборудования на линии.

Таким образом, тема модернизации сварочного кондуктора путём установки Дэми-гана является актуальной с технической, экономической и производственной точек зрения. Она отвечает стратегическим задачам предприятия по повышению эффективности, надёжности и качества сварочных операций, а также соответствует современным тенденциям автоматизации и стандартизации процессов в автомобильной промышленности. Результаты данной работы могут быть применены как на текущем производстве, так и при проектировании новых технологических линий на предприятиях.

Ожидаемые результаты от установки Дэми-гана

Установка Дэми-гана на кондуктор для обварки боковины в зоне заднего фонаря предполагает значительное улучшение качества сварки. Ожидается, что благодаря внедрению этого проекта удастся добиться снижения количества дефектов (вмятин, трещин, выпуклостей), количества дефектных сварных соединений в зоне заднего фонаря. Также предполагается добиться увеличения эффективности производства благодаря снижению времени на сварку и улучшению качества соединений. И, что немаловажно, добиться уменьшения затрат на дефектные детали. Меньше времени будет тратиться на устранение дефектов, что приведет к снижению материальных потерь и затрат на исправление брака.

1.6 Цель и задачи исследования

Разработка и техническое обоснование модернизации сварочного кондуктора для боковой панели автомобиля Hyundai Tucson с целью повышения надёжности, стабильности и качества сварочного процесса путём установки Дэми-ганов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Проанализировать существующую конструкцию сварочного кондуктора, применяемого в ЦСК.
- Изучить принципы работы и конструктивные особенности системы Дэми-ган, её назначение и технические характеристики.
- Разработать конструктивное решение по установке Дэми-гана на существующий кондуктор, учитывающее геометрию узла и требования к сварочному процессу.
- Подобрать необходимые материалы и комплектующие для реализации модернизации, включая кабельную систему, контактные элементы и крепёжные компоненты.
- Провести анализ изменения технологических характеристик после модернизации: надёжности контактных соединений, устойчивости геометрии, сокращения времени цикла.
- Выполнить технико-экономическое обоснование предлагаемого решения, включая расчёт затрат на модернизацию и оценку возможной экономии в процессе эксплуатации.

- Рассмотреть вопросы охраны труда и безопасности при проведении работ по модернизации и при последующей эксплуатации оборудования.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Современное состояние изучаемой проблемы

Современной проблемой, требующая решения путём модернизации кондуктора, является проблемная зона заднего фонаря боковой панели.

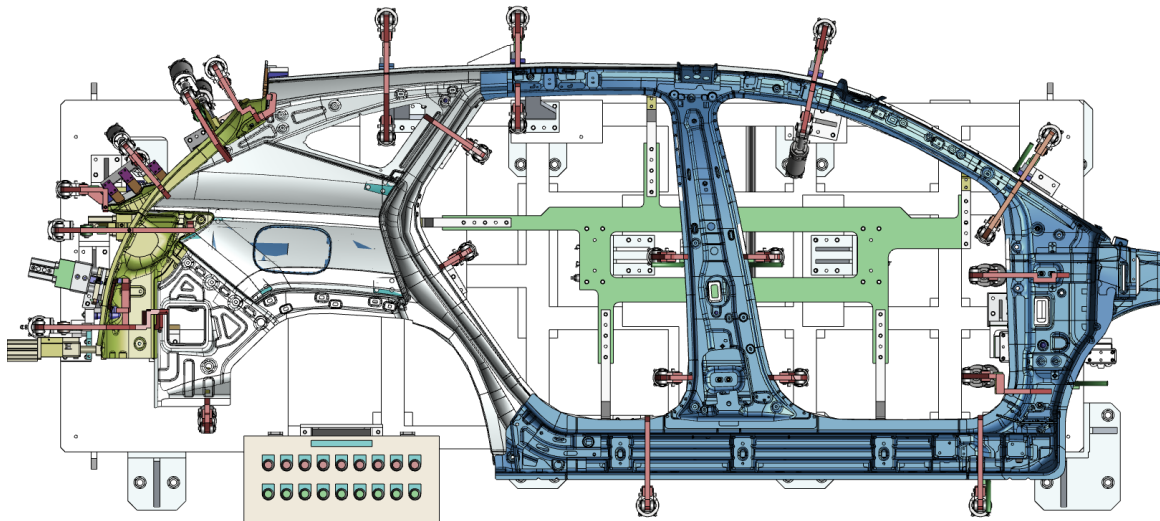


Рисунок 3 - Боковая панель модели Hyundai Tucson

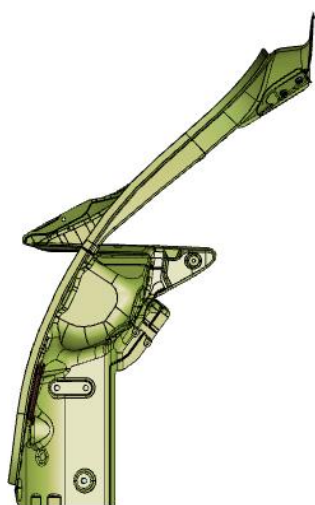


Рисунок 4 - Панель заднего фонаря модели Hyundai Tucson

Данная зона характеризуется сложной пространственной геометрией, включает в себя штампованные детали с изогнутыми поверхностями и замкнутыми внутренними углами, что усложняет доступ сварочного пистолета и увеличивает риски повреждения деталей. На практике фиксируются случаи, когда сварочный пистолет при подходе к сварочной точке может механически задевать кромку детали или работать под неудачным углом, нарушая заданную траекторию и вызывая ударные нагрузки по металлу. Это приводит к локальной деформации боковой панели и следственно к затратам на её ремонт.

Проблема усугубляется тем, что ограничение траектории не всегда позволяет гибко подстроиться под сложные формы, особенно в узких зонах. Использование одного сварочного пистолета с фиксированной формой может быть неэффективным и даже небезопасным в таких условиях.

Кроме того, существующий сварочный кондукторы, как правило, не рассчитаны на включение вспомогательных элементов (например, компенсационных направляющих или контактных имитаторов-шин), которые могли бы обеспечить электрическую замкнутость цепи без необходимости прямого контакта активного пистолета с конкретной труднодоступной зоной. В условиях массового производства с производительностью 6 UPH такая проблема ведёт к увеличению времени цикла, снижению производительности и повышению доли условного брака. Это требует технических решений, направленных на оптимизацию процесса сварки в труднодоступных участках, снижение вероятности повреждений и упрощение геометрии работы оборудования.

Соответственно, оптимальным техническим решением в таком случае является установка Дэми-гана в зону обварки заднего фонаря. В связи с этим внедрение вспомогательного устройства рассматривается как рациональное решение, позволяющее устранить необходимость прямого подхода сварочного пистолета к проблемной зоне, сохранив при этом целостность электрической цепи и качество сварочного процесса.

2.2 Проблемы текущей конструкции

Зона заднего фонаря является одной из наиболее сложных для сварки, что связано с несколькими факторами:

1. Зона заднего фонаря представляет собой сложную геометрическую форму. Такая конструкция создает трудности при позиционировании сварочного
2. Места соединений в области заднего фонаря труднодоступны для сварочных пистолетов, поскольку сварка должна быть выполнена на глубине в ограниченном пространстве.
3. Стандартные методы сварки в таких сложных зонах могут приводить к недостаточной точности в расположении точек, а то и вовсе появлению лишних сварочных точек на кузовной панели.

Ко всему прочему, управление сварочным пистолетом тоже осложняется из-за жёсткости нескручиваемого кабеля, подсоединённого к трансформатору. Из-за этого требуются дополнительные усилия для манипуляций с пистолетом.

Таким образом, в существующей конфигурации сварочного кондуктора зона заднего фонаря фактически является бутылочным горлышком, в котором сосредоточены сразу несколько технологических проблем — геометрических, производственных, эксплуатационных. Решение этих проблем с применением традиционных средств требует существенных затрат времени и ресурсов, при этом не гарантируя устранение всех дефектов.

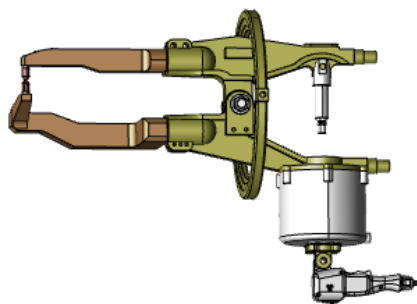


Рисунок 5 - Сварочный пистолет UXR-K1588

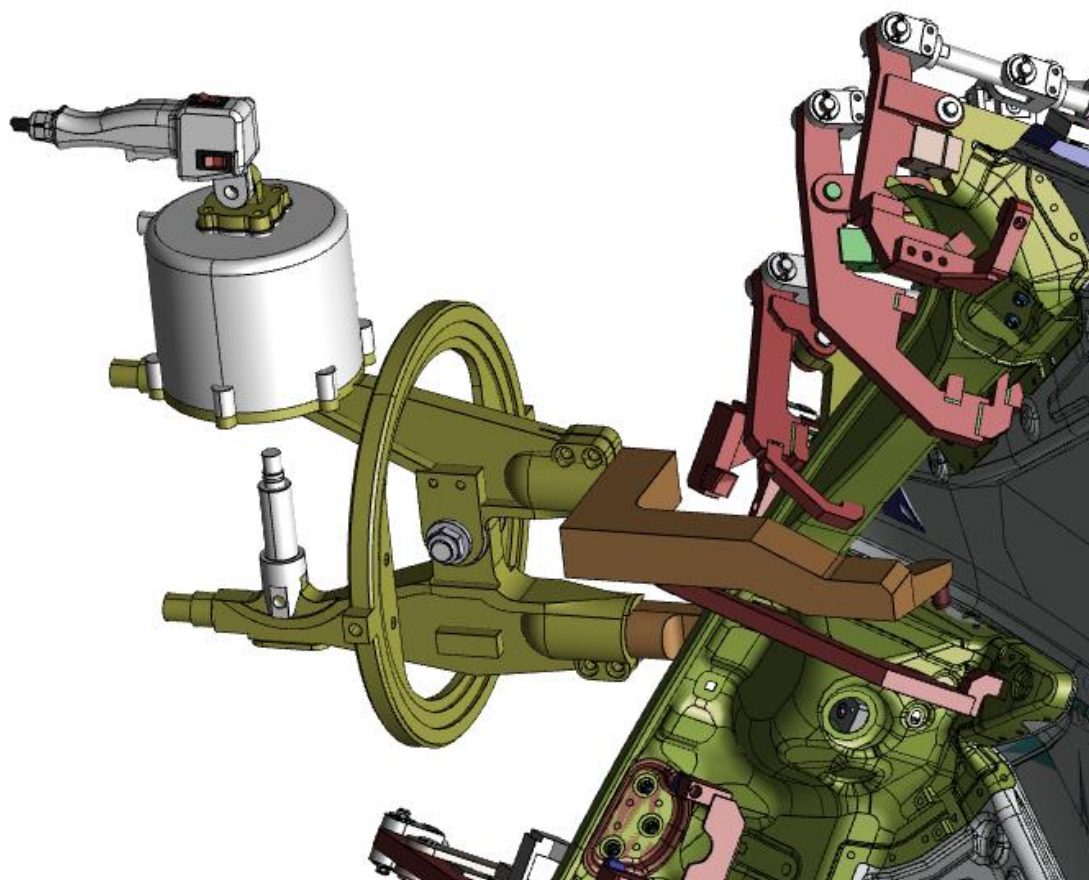


Рисунок 6 - Положение сварочного пистолета при сварке зоны заднего фонаря

2.3 Конструкционные особенности и материалы

Сварочный кондуктор — позиционер для жёсткой фиксации деталей кузова в заданном положении и обеспечения стабильности сварочного процесса, целостности деталей при сварке и соответствия геометрии кузова.

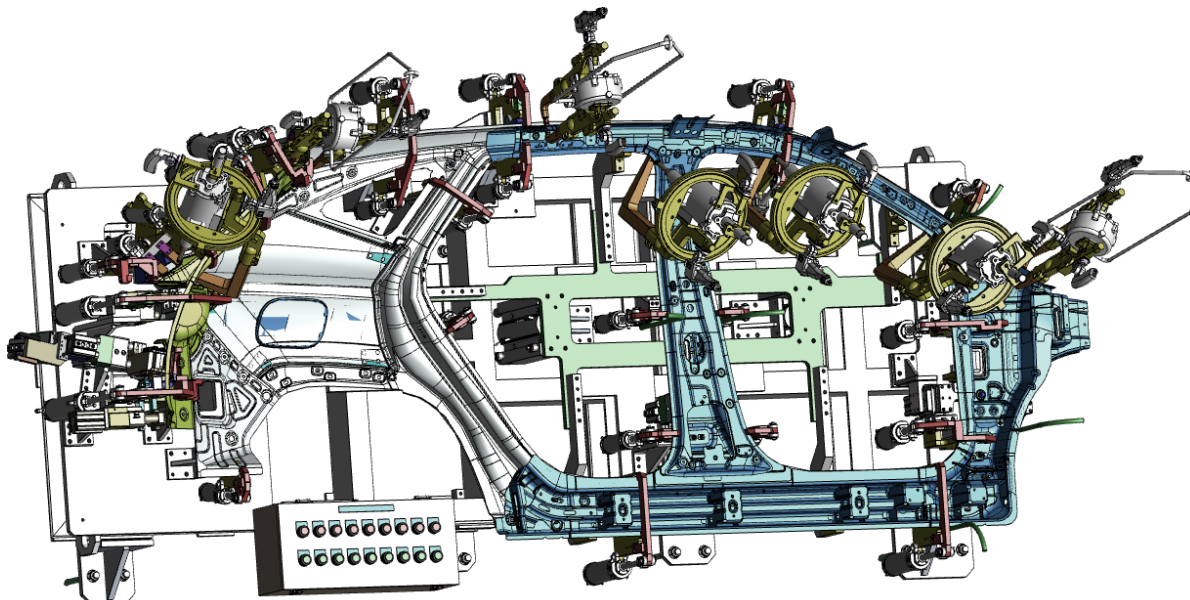


Рисунок 7 - Положение сварочных пистолетов при обварке боковой панели на кондукторе

Конструкция кондуктора включает массивную платформу-раму, вертикальные стойки, направляющие для подвижных элементов, прижимные зажимы с пневматическим приводом и панель управления. Основание кондуктора представляет собой каркас из конструкционной стали (S235JR), обеспечивающий высокую жёсткость и устойчивость. Конструкционная сталь S235JR имеет предел текучести $Re \approx 235$ МПа и предел прочности $Rm \approx 360–510$ МПа, модуль упругости около 200 ГПа и плотность $7,85$ г/см³, что обеспечивает небольшую упругую деформацию под нагрузкой. Поверхности рамы и платформы проходят механическую обработку (шлифовка, фрезеровка) для получения базовых опорных плоскостей с точностью, необходимой для сборки кузова.

Платформа: сварной каркас из листового проката и профильного металла, который служит несущей основой кондуктора. Для обеспечения требуемой жёсткости и минимизации прогиба под весом конструкции и тепловыми нагрузками применяют сталь S235JR или аналогичные марки (соответствующим $Re \approx 235$ МПа). Данная сталь классифицируется как нелегированная конструкционная сталь обыкновенного качества. Каркас имеет ребра жёсткости и усиления в наиболее нагруженных зонах. Габариты и толщина элементов рассчитываются исходя из допустимых перемещений (обычно доли миллиметра)

и моментов силы, возникающих при сварке, чтобы сохранить геометрию собираемого узла в пределах технологических допусков.

Стойки и направляющие: вертикальные стойки приварены к платформе и удерживают подвижные элементы и прижимные узлы. Стойки выполняются из той же конструкционной стали (сварной профиль, швеллеры или двутавр) для совместной деформационной жёсткости.

Зажимы: для прижимного крепления боковой панели применяются механические зажимы. Корпуса и кулачки зажимов изготавливаются из стали, обеспечивающей необходимую жёсткость и износостойкость при многократных нажатиях. Прижимные поверхности могут иметь насечки или вкладыши для улучшения сцепления с деталью и доступа к определённым зонам кузова и деталей. Зажимы обеспечивают необходимую точность и надёжность сварочного процесса. При этом зажимы в современных кондукторах используются исключительно с пневматическим приводом.

Пневматические зажимы (цилиндры с захватами) монтируют на стойках кондуктора; они позволяют обеспечить требуемое усилие прижима (обычно несколько сотен ньютонов) и синхронизированное действие нескольких зажимов по команде оператора или автоматической системы. На кондукторах используются цилиндры марки SMC Korea. Цилиндры имеют разный объём, ход поршня в зависимости от конфигурации кондуктора. Максимальное давление цилиндра – 1 МПа.

Панель управления: металлический параллелепипед, оснащённый кнопками, с помощью которых осуществляется управление направляющими и зажимами. Корпус выполнен из алюминия толщиной 3 мм, а кнопки из прорезиненного пластика, герметично защищены от попадания сварочных искр, тепла и скопления пыли/грязи.

2.4 Анализ надёжности и технологической применимости

Надёжность кондуктора определяется способностью сохранять работоспособность в процессе длительной эксплуатации и обеспечивать точность и повторяемость сборки. При модернизации конструкции необходимо оценить вероятность отказа системы и принять меры по обеспечению её работоспособности. В частности, важно обеспечить достаточную прочность и жёсткость всех узлов, минимизировать число разъёмных элементов, а также использовать стандартизованные, унифицированные детали.

Например, требования к сборочно-сварочным кондукторам включают обеспечение прочности и надёжности конструкции, минимальное число съёмных частей и применение нормализованных деталей. Все элементы платформы, стоек и креплений должны иметь запас прочности для работы в производственных условиях. Также необходимо быть уверенным в стабильности неизменности качества производимой продукции, то есть тщательно настроить направляющие для обеспечения последовательности сборки детали на кондукторе без деформаций и изменений.

В целом, в регламент техобслуживания кондукторов входит небольшое количество операций, таких как осмотр и диагностика состояния цилиндров, обеспечения доступности инженерных сетей (то есть, состояния шлангов), а также осмотр направляющих и зажимов на наличие повреждений или насечек, которые могли бы оставлять дефекты на панелях кузова при сварочных операциях.

Таким образом, модернизация кондуктора не сильно повлияет на его надёжность, а технологически данное внедрение вполне применимо в рамках производства кузовов.

3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкционные изменения модернизируемого оборудования

Модернизированная конструкция кондуктора представляет собой такую же конструкцию, как и кондуктор до модернизации, за исключением закреплённым на нём Дэми-ганом. Основными деталями являются:

- платформа, обеспечивающая жёсткую основу;
- опорные плиты для установки платформы на пол;
- стойки кондуктора;
- направляющие;
- пневмоцилиндры;
- панель управления;
- шина для Дэми-гана;
- кабели питания Дэми-гана;
- Дэми-ган.
- инженерные сети для обеспечения работоспособности Дэми-гана.

Каждый из этих узлов обеспечивает стабильную правильную работу сварочного кондуктора. Дэми-ган располагается так, чтобы в открытом состоянии не мешать установке деталей на кондуктор. Дэми-ган улучшает технологию, дополняя кондуктор возможностью напрямую формировать сварные точки в нужной зоне без ручных операций.

Конструкция: В основе Дэми-гана лежит пневмоцилиндр с установленными на нём клещами, одна секция которых установлена непосредственно на штоке пневмоцилиндра, а вторая закреплена на креплении. За счёт движения штока цилиндра они смыкаются. К клещам подведены токопроводящие медные кабели, ток к которым подаётся через медные пластины, играющие роль проводящей шины. При этом Дэми-ган может быть закреплён на стойках кондуктора.

3.2 Применяемые инструменты, материалы и комплектующие

Для установки такого рода оборудования потребуется обширный список инструментов и материалов.

Материалы: Основные компоненты Дэми-гана подбираются с учётом электрических и тепловых нагрузок. Например, токопроводящая шина выполнена из электролитической меди марки М1, благодаря чему обладает максимальной электропроводностью и теплопроводностью, что важно для обеспечения работоспособности этой цепи. Медь М1 характеризуется очень низким удельным сопротивлением ($\sim 0,018 \cdot 10^{-6} \text{ } \Omega \cdot \text{м}$) и плотностью $8,92 \text{ г/см}^3$, что снижает потери на нагрев. Следует различать материал шины и материал электродов: электроды, непосредственно контактирующие с деталями, изготавливаются из электродной меди CuCrZr, обладающей повышенной твердостью и стойкостью к термическому истиранию за счёт примесей хрома и циркония, но меньшей проводимостью. Корпус и крепёжные детали Дэми-гана

обычно делают из углеродистой стали или алюминиевого сплава (например, D16T), исходя из требований прочности и жесткости. Учитывая высокие токи, во избежание разогрева крепёжных узлов все резьбовые соединения выполняют с надёжным заземлением, а крепёж шины и электродов — максимально плотным с применением медных шайб и фланцев для лучшей проводимости.

Дэми-ган должен пропускать очень большие токи кратковременно (~300 А) для формирования сварного шва. Основное требование — минимизация электрического сопротивления шины и контактных соединений.

Используя формулу сопротивления

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

где ρ — удельное сопротивление меди;

L — длина шины;

S — её поперечное сечение, находим R очень малым.

Например, при токе $I = 500$ А, длине $L = 0,5$ м и сечении шины 50×10 мм² ($S = 500$ мм²) её сопротивление будет равно:

$$R \approx (0,018 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{м} \cdot 0,5 \text{ м}) / 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \Omega.$$

Вычислим потери по формуле (2):

$$P = I^2 R \quad (2)$$

$$P = I^2 R \approx 500^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} \approx 425 \text{ Вт}.$$

При таких параметрах шина нагревается умеренно, что позволяет работать без активного охлаждения в режиме коротких импульсов. На основании этого расчёта выбирают толщину и ширину шины так, чтобы при расчетном токе температура не превышала допустимой (менее 100–120 °С). Электроды системы должны выдерживать высокий контактный ток, поэтому контактные поверхности покрывают припойным или хромовым покрытием для увеличения износостойкости и проводимости. Все электрические соединения (болтовые зажимы, штыревые контакты) спроектированы с учётом минимизации переходного сопротивления.

При пропускании больших токов шина и электроды выделяют тепло. Материалы шины (медь М1) имеет высокую теплопроводность (~385 Вт/(м·К)), что помогает рассеивать тепло по всему телу пластины. Тем не менее необходимо обеспечить отводы тепла (через массивную пластину и контакт с деталью) и отсекаание изделия от перегрева. Конструкция учитывает температурное расширение меди (коэффициент линейного расширения $\sim 17 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$), поэтому шину обычно крепят с небольшим люфтом или скользящими упорами, чтобы при нагреве не возникало чрезмерных усилий. Все части Дэми-гана, в том

числе изоляционные элементы, выбирают так, чтобы они выдерживали температуру до 200–250 °С без деградации. В качестве изоляционного элемента используется брезентовая оплётка с полимерным армированием.

Для обеспечения питания Дэми-гана, а точнее передачи тока с шины на него, используется силовой кабель МФ100-6. Благодаря своему составу, гибкой конструкции и высокой токопроводимости, он выдерживает короткие мощные импульсы тока, характерные для контактной сварки. Многожильная структура кабеля позволяет избежать внутреннего перегрева, трещин изоляции и обрыва жил при многократных изгибах.

Крепления шины и корпуса Дэми-гана спроектированы с учётом исключения смещений при циклической нагрузке и вибрации. Жёсткость корпуса обеспечивает неизменность положения клещей относительно деталей.

В таблице 6 представлены характеристики материалов, используемых в Дэми-гане.

Таблица 6 – характеристика материалов со спецификацией

Материал	Применение	ρ (г/см ³)	R_e (МПа)	R_m (МПа)	E (ГПа)
Сталь S235JR (Ст3)	Платформа, стойки кондуктора	7,85	235	360-510	200
Алюминий 6061-T6	Корпусные элементы, направляющие	2,70	241	310	69
Медь М1	Токопроводящая шина	8,92	50	210-370	110
Медь CuCrZr	Сварочные электроды	8,90	450	500-500	100

где:

- ρ – плотность, г/см³;
- R_e - предел текучести, МПа;
- R_m - предел прочности при растяжении, МПа;
- E – модуль упругости, ГПа.

А также, в таблице 7 описаны характеристики силового кабеля МФ100-6.

Таблица 7 – Характеристики медного кабеля МФ100-6

Параметр	Значение
Тип	Гибкий многожильный силовой кабель
Количество жил	6
Материал жилы	Медь отожжённая
Сечение каждой жилы	100 мм ²
Общая площадь сечения	600 мм ²
Максимальный ток нагрузки	До 1600 А
Рабочее напряжение	До 660 В
Температура кратковременного нагрева	+200 °С
Удельное сопротивление меди	$\sim 0,0175 \cdot 10^{-6}$ Ом·м
Плотность меди	8,93 г/см ³
Масса 1 м кабеля	5,75 кг

Поскольку на рынке представлено обширное множество марок меди, был проведён сравнительный анализ трёх марок меди, характеристики которых приблизительно идентичны друг другу. Результаты этого анализа в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнение трёх марок меди

Параметр	Медь М06	Медь М1	Медь М2
Химическая чистота (Cu)	$\geq 99,98\%$	$\geq 99,90\%$	$\geq 99,70\%$
Удельное электрическое сопротивление ρ (Ом·мм ² /м)	0,0171	0,0172	0,0175
Электропроводность (IACS, %)	$\sim 102\%$	$\sim 101\%$	$\sim 98-99\%$
Предел прочности на растяжение, МПа	210–260	200–240	180–220
Плотность, г/см ³	8,94	8,93	8,91
Температура плавления, °С	1083	1083	1083
Стоимость	Высокая	Умеренная	Ниже средней
Доступность	Ограниченная	Высокая	Высокая
Обрабатываемость	Ограниченная	Высокая	Высокая

Вывод: Медь М1 выбрана как оптимальный вариант для изготовления токопроводящей шины.

Электропроводность у M1 максимальная (более 100% IACS), что минимизирует потери при передаче сварочного тока.

При этом M1 значительно дешевле и доступнее, чем M0б, не уступая ей в ключевых показателях (разница в проводимости ~ 1%).

По сравнению с M2, медь M1 обеспечивает более стабильные электрические параметры и меньшее тепловыделение при высоких токах.

Чистота и стабильность химического состава меди M1 делают её более устойчивой к окислению и перегреву при многократных сварочных циклах.

Обрабатываемость и формируемость у M1 выше, чем у M0б, что важно при изготовлении шин сложной формы.

Инструменты, необходимые для установки Дэми-гана и прилагаемого к нему оборудования/комплектующих:

Гаечные ключи (рожковые/накидные или трещотка с головками) - для затяжки и ослабления болтов S17, S19 и S22 (точнее можно сказать, измерив на месте);

Шестигранные ключи - для винтов, фиксирующих мелкие элементы (размеры от 4 до 8 мм);

Динамометрический ключ - для точной затяжки силовых соединений, особенно медных клемм (важно не перетянуть и не ослабить);

Отвёртка (крестовая и плоская) - для мелких регулировок или фиксации кабелей;

Торцевые ключи или головки с удлинителями — если доступ к крепежам затруднён;

Универсальные плоскогубцы - для временной фиксации кабелей, установки хомутов и прочих мелких операций;

Хомуты и крепёжные элементы - для надёжной укладки защитных оплётки и кабелей.

Дополнительно необходимы диэлектрические перчатки с термозащитой для обеспечения безопасности при работе с токоведущими медными частями

Паста/смазка для электрических контактов для улучшения контакта и защиты от окисления медных клемм.

Таблица моментов затяжки резьбовых соединений для обеспечения безопасности и устойчивости конструкции.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ

4.1 Организация работы

План внедрения модернизированного оборудования включает подготовительные, производственные и пусконаладочные этапы. Основные этапы работ:

Подготовка проектной документации: разработка рабочих чертежей и технических условий на модернизацию, проведение инженерных расчётов и получение необходимых согласований;

Изготовление и сборка конструкции: закупка материалов и комплектующих, механообработка деталей, монтаж и проверка работы зажимных механизмов и направляющих.

Установка и наладка оборудования: опуск инженерных сетей, подключение электричества, подачи воды и воздуха к Дэми-гану, проверка работы всех узлов в режиме без нагрева (холостого хода).

Испытания и корректировка: проведение пробных сварочных операций на образцах, проверка геометрии и качества швов; при необходимости – регулировка положения элементов и параметров сварки.

Обучение персонала и ввод в эксплуатацию: инструктаж сварщиков по работе с модернизированным кондуктором, оформление рабочих инструкций и регламентов обслуживания; окончательный приемо-сдаточный контроль.

Для каждого этапа составляется календарный план-график с указанием сроков, ответственных исполнителей и ресурсов. Планирование работ проводится с применением сетевого графика, что позволяет синхронизировать процессы изготовления и монтажа. Затраты на модернизацию определяются через смету: учитываются стоимость материалов, электроэнергии и труда; при этом ввод дополнительного оборудования и поточный характер работ снижает удельные затраты на единицу продукции.

Перед началом работ также необходимо организовать простой линии, что исключается в связи с поточным характером работ. То есть, работы необходимо будет проводить в нерабочий день, либо после завершения второй смены (после 2:00 ночи). Более подходящим вариантом здесь является нерабочий день, например суббота. Таким образом можно будет провести все работы и проверки, не останавливая линию, и будет достаточно времени на проверку работоспособности оборудования и устранение ошибок в случае их возникновения.

4.2 Этапы реализации проекта

Алгоритм внедрения модернизированного кондуктора включает этапы планирования и подготовки, демонтаж старого оборудования, монтаж нового агрегата, его подключение, калибровку и тестовые испытания. При этом все работы проводятся в минимальные сроки простоя – например, в выходной день, чтобы не нарушать планового графика выпуска продукции.

В начале работ руководителем принимается официальное решение о модернизации с назначением ответственных лиц и сроков реализации.

План должен предусматривать поэтапную последовательность операций, оптимизированную для минимизации простоя производства.

1 этап: Планирование и подготовка: анализ технического задания, оформление необходимых приказов, договоров и прочей документации, закупка Дэми-гана и комплектующих.

2 этап: Отключение и демонтаж старого узла: разработка проекта производства работ, отключение питания и инженерных коммуникаций сварочной линии. Последовательность демонтажных операций планируется заранее, чтобы минимизировать простой цеха.

3 этап: Монтаж Дэми-гана: установка на кондуктор, выверка положения и крепление в соответствии с технологическими чертежами. Сборку и наладку нового оборудования проводят инженер по оборудованию и инженеры из ИУ для обеспечения точной установки. Подключение: монтаж электропитания, воздушных и водных опусков и систем управления. Производится проверка корректности подключений по схемам и маркировка соединений.

4 этап: Калибровка: настройка параметров сварки (ток, напряжение, сила сжатия) с учётом требований технологии. После настройки можно проводить испытания.

5 этап: Тестирование и пусконаладка: выполнение пробных сварочных операций, проверка точности нанесения сварных точек, при необходимости – корректировка настроек или механическая регулировка Дэми-гана. Окончательные результаты испытаний оформляются в отчётной документации.

При таком поэтапном подходе весь процесс внедрения занимает минимум времени и проводится без длительной остановки основных производственных линий. Задания и оборудование выдаются исполнителям непосредственно в ходе подготовительного периода.

4.3 График выполнения работ

В рамках одного рабочего дня график работ можно разбить следующим образом. График представлен в таблице 9.

Таблица 9 – График работ

07:30–09:00 – Подготовка рабочего места: ограждение зоны работ, подготовка инструментов и запчастей, проверка работоспособности инструмента и наличия всех комплектующих.
09:00–10:00 – Демонтаж: отключение питания, снятие и маркировка кондуктора.
10:00–12:00 – Монтаж Дэми-гана: установка нового узла, выверка базирования и закрепление на кондукторе.
12:00–13:00 – Обеденный перерыв.
13:00–14:00 – Подключение оборудования: монтаж электропитания, воздушных и водных опусков.
14:00–14:45 – Калибровка: настройка технологических параметров сварки.
14:45–15:30 – Тестирование: проведение пробных сварок, оценка качества сварочных точек и стабильности работы; при необходимости корректировка.
15:30–16:30 – Завершение работ: окончательная проверка, оформление актов и документации, возвращение оборудования в рабочий режим (включение линии).

При соблюдении графика нововведение реально внедрить за одну рабочую смену.

4.4 Ответственные лица и исполнители

Назначение ответственных производится на этапе разработки плана модернизации. В рамках проекта выделяются следующие ключевые роли:

Главный инженер: руководит проектом модернизации на всем предприятии; контролирует выполнение плана, согласует ресурсы и время простоя, утверждает проектную документацию. Несет ответственность за итоговое качество модернизации.

Инженер по оборудованию: технический координатор работ, выполняет подбор комплектующих, организует демонтаж старого и монтаж нового оборудования, обеспечивает взаимодействие с поставщиком Дэми-гана. Контролирует правильность подключения и сборки устройств.

Инженер-технолог: следит за соответствием новых узлов технологическим требованиям производства, определяет параметры сварки и участвует в пусконаладочных испытаниях. Отвечает за техническую документацию в технологическом процессе – эскизные карты.

Механики (бригада): выполняют физические работы по демонтажу и монтажу: разбирают, монтируют и закрепляют новые узлы, прокладывают кабели и устанавливают их. Подчиняются инженерам по оборудованию и технологу.

5 РАСЧЁТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Экономическая обоснованность внедрения

Учтём основные статьи расходов:

Оборудование:

- стоимость Дэми-гана и комплектующих к нему: 3 633 900 тенге
- материалы и инструменты: 582 100 тенге (крепёжи, монтажные детали, шланги, расходные материалы)

Трудозатраты персонала:

В работах участвуют:

- Инженер по оборудованию: (450 000 тг/мес $\approx$ 21 428 тг/день)
- Инженер-технолог (480 000 тг/мес $\approx$ 22 857 тг/день)
- 2 механика (370 000 тг/мес * 2 $\approx$ 35 238 тг/день)

Итого по зарплате за 1 день:

$21\,428 + 22\,857 + 35\,238 = 79\,523$ тенге. Дополнительно примем коэффициент, подразумевающий оплату в 1,5-кратном размере в случае выхода на работу в выходной день (суббота)

$79\,523 * 1,5 = 119\,285$ тенге.

Суммарные затраты:

$3\,633\,900 + 582\,100 + 119\,285 = 4\,335\,285$ тенге.

Сокращение требуемого количества сварщиков, задействованных на участке: до модернизации было необходимо 2 сварщика для выполнения этой операции, теперь же только один. Поскольку эта операция добавляет стоимость итогового продукта, рассмотрим экономический эффект от модернизации в этом ключе:

Исходные данные:

Зарплата сварщика: 390 000 тенге/мес

Рабочее время: стандартно — 22 рабочих дня в месяц, по 8 часов

Общая продолжительность месяца:

$22 \text{ дня} * 8 \text{ ч} * 60 \text{ мин} = 10\,560 \text{ минут/мес}$

До модернизации:

Операцию выполняют 2 сварщика

Время выполнения операции: 1 минута 30 секунд = 1,5 минуты

Одна минута работы сварщика стоит:

$390\,000 \text{ тг} / 10\,560 \text{ мин} \approx 36,93 \text{ тенге/минута}$

Стоимость одной операции:

$2 \text{ сварщика} * 1,5 \text{ мин} * 36,93 \text{ тг} = 110,79 \text{ тенге}$

Итого до модернизации: ≈ 111 тенге за операцию

После модернизации

Операцию выполняет 1 сварщик

Время: 20 секунд = 0,333 минуты

Стоимость:

$1 * 0,333 * 36,93 \approx 12,31$ тенге

Итого после модернизации: ≈ 12 тенге за операцию.

Экономия с одной операции будет составлять $111 - 12 = 99$ тенге.

В смену при выполнении сварщиком 48 таких операций экономия будет составлять $99 * 48 = 4752$ тенге/день. В месяц, при 22 рабочих днях: $4752 * 22 = 104\,544$ тенге.

Таким образом, месячная экономия только за одну операцию будет составлять 104 544 тенге. С учётом обширного количества операций, требуемых для производства одного кузова, это очень хороший результат.

При обнаружении вмятины на детали вследствие воздействия на неё во время сварочных операций деталь подвергается изоляции, то есть кузов не будет произведён, пока деталь не будет отремонтирована. В таблице 10 представлены расходы на ремонт детали, включая стоимость работы и расходных материалов.

Таблица 10 – Расходы на ремонт вмятины на одной детали

№ опер.	Наименование материала	Ед.изм	кол-во	стоимость за 1 ед, в тенге	Итоговая стоимость, в тенге с НДС	Оборудование/инструмент	Примечание/исполнитель
1	Растворитель	шт	0,04	2433,64	85,18		
2	Салфетки безворсовые	шт	1	198,4	198,40		
3	Перчатки HyFlex	пара	1	5500	5 500,00		
4	Абразивный материал в кругах d=150мм P80	шт	2	430	860,00		
5	Абразивный материал в кругах d=150мм P120	шт	2	430	860,00		
6	Абразивный материал в кругах d=150мм P180	шт	2	430	860,00		
7	Полотно для рубанка	шт	0,1	15600	1 560,00		
8	Пластина медная для споттера	шт	3	3800	11 400,00		
Итоговая стоимость материалов					21 323,58		
№ опер.	Наименование операции	Ед.изм	ТО*, в мин.	Норма трудозатрат на 1 час, в тенге	Итого трудозатраты, в тенге	Оборудование / инструмент	Примечание/исполнитель
005	Зачистка и оценка глубины		5	11 700,00	975,00		Рихтовщик 1
010	Вытягивание споттером (цикл)		10	11 700,00	1 950,00	Споттер	Рихтовщик 1
015	Работа с обратным молотком		12	11 700,00	2 340,00		Рихтовщик 1
020	Работа с рубанком		9	11 700,00	1 755,00	Рубанок	Рихтовщик 1
025	Обработка орбитальной машинкой		9	11 700,00	1 755,00	Орбитальная машинка	Рихтовщик 1
030	Контроль		5	11 700,00	975,00		Контролер 1
					9 750,00		
Итоговая стоимость ремонта					31 073,58		

Таким образом, при ремонте одной детали будет уходить 50 минут времени без учёта остановки производства кузова.

Посчитаем, что в день было выявлено 20 деталей с таким дефектом. Исходя из этого, выходит, что на ремонт 20 деталей будет уходить 20*50 минут = 1000 минут; 20 * 31 073,58 тенге = 621 471,6 тенге.

После модернизации не будут возникать дефекты, поэтому ежемесячная экономия на ремонте будет составлять 621 471,6 * 22 рабочих дня = 13 672 375,2 тенге.

Посчитаем итоговую ежемесячную экономию (сокращение времени операции, исключение необходимости ремонта):

$$13\,672\,375,2 + 104\,544 = 13\,776\,919,2 \text{ тенге.}$$

При затратах на модернизацию в 4 335 285 тенге, нововведение окупится за:

$$\frac{4335285}{13776919,2} \approx 0,315 \text{ месяца}$$

Или приблизительно 22 рабочих дня.

Вывод: модернизация окупится полностью меньше чем за месяц. После этого экономический эффект начинает работать в чистую прибыль предприятия.

5.2 Расчёт производительности

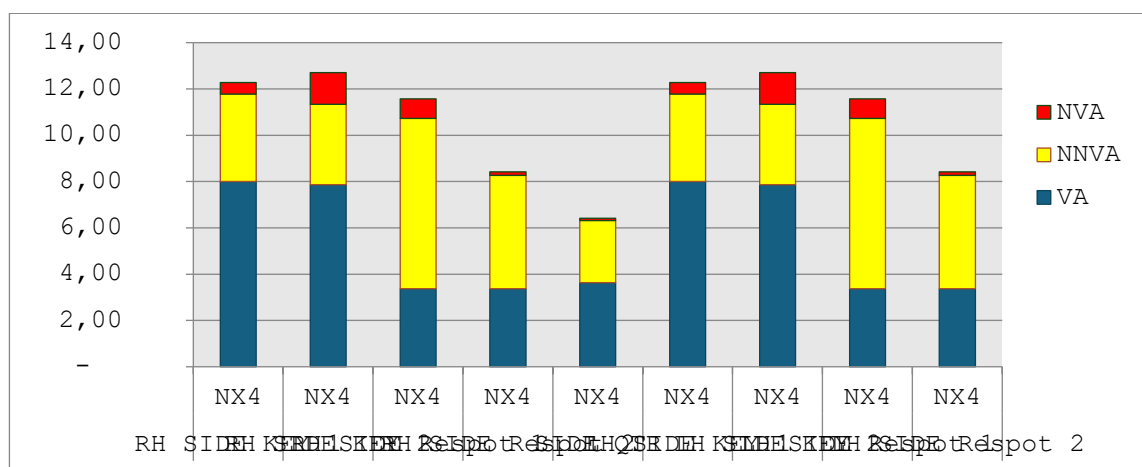


Рисунок 8 – Диаграмма NVA-анализа

Производительность сварочного участка обварки боковины ЦСК оказывает непосредственное влияние на общий такт сборки автомобиля и эффективность производственного процесса. Сварочные операции на боковой панели Hyundai Tucson требуют точности позиционирования, стабильности сварки и минимального времени цикла. До модернизации:

Среднее время сварки одной панели: 12,6 минут

Время на сложные зоны (включая зону заднего фонаря): 3,2 мин

Потери времени из-за повторного позиционирования пистолета, повтора подхода, возможного контакта пистолета: до 2 минут на панель

Доля NVA и NNVA в сложных зонах – около 40%.

В таблице 11 представлены результаты модернизации.

Таблица 11 – повышение производительности в результате модернизации

Показатель	До модернизации	После модернизации	Разница
Общее время сварки панели	12,6 мин	11,4 мин	-1,2 мин
Потери из-за повторного позиционирования	~2 мин	0	-2 мин
Количество сварочных операций вручную	4	0	-4
Риск механического контакта пистолета и появления дефекта	Высокий	Отсутствует	устранён
Процент NVA/NNVA в критичной зоне	~40%	<15%	-25%

В итоге модернизации было сокращено общее время процесса сварки боковой панели, устранены риски появления дефектов в проблемной зоне, а доля операций, не добавляющих стоимости, сокращена на 25%.

6 ОХРАНА ТРУДА И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Потенциальные опасности

Процесс контактной точечной сварки сопряжены с рядом потенциальных опасностей, влияющих на здоровье и безопасность персонала. В данной части производства наиболее характерны следующие группы рисков:

Электрические риски:

Подача сварочного тока высокой силы (до 10–15 кА) при низком напряжении создаёт риск ожогов при контакте с токоведущими частями.

Повреждение изоляции на силовых кабелях (например, МФ100-6) может привести к пробоем на корпус, искрению или короткому замыканию.

Возможна наводка тока на близлежащие металлические конструкции (в т.ч. через медную шину), если отсутствует заземление.

Термические опасности:

Поверхности электродов и медной токопроводящей шины могут нагреваться до 100–250 °С в процессе сварки, создавая риск ожогов при случайном касании.

Искры, выделяющиеся в момент сварки, могут прожечь спецодежду или попасть в глаза, нос, уши.

Опасности механического воздействия:

При срабатывании пневмоцилиндров возможен удар движущимися частями зажимов.

Ошибки исполнителя могут привести к прижатию руки или инструмента между подвижными элементами.

При неправильной установке детали — высокий риск её вылета или деформации под действием усилия.

6.2 Разработка мер безопасности при работе

Для минимизации рисков при эксплуатации сварочного кондуктора необходимо соблюдать комплекс технических и организационных мер безопасности.

Технические меры:

Использование кабелей с двойной изоляцией и маркировкой, регулярная проверка целостности и работоспособности (ТО)

Применение индикаторов остаточного напряжения и размыкателей контакта при обслуживании.

Обеспечение естественной и/или принудительной вентиляции для удаления пыли и дыма от сварки.

Организационные и индивидуальные меры:

Проведение инструктажа по охране труда перед началом работ (в том числе монтажных).

Обязательное использование СИЗ:

диэлектрические перчатки;

сварочные очки или щиток;
спецодежда из огнестойкой ткани;
беруши;

Разработка технологической карты сварки с указанием зон повышенной опасности.

Проведение ежедневного осмотра оборудования и еженедельного технического обслуживания пневмосистем.

Разработка и отработка плана действий при аварийных ситуациях (пожар, удар током, травма при зажиме).

Проведение инструктажей для сотрудников, привлечённых к работе на участке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная дипломная работа посвящена модернизации сварочного кондуктора боковины кузова автомобиля Hyundai Tucson с целью повышения надёжности и эффективности сварочного процесса. В рамках работы был проведён всесторонний анализ текущей конструкции сварочного оборудования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan», выявлены проблемные зоны, в частности – зона заднего фонаря, требующая усовершенствования в связи с ограниченным доступом сварочного пистолета и высокой вероятностью возникновения дефектов.

Предложенным техническим решением стала интеграция устройства Дэми-ган в конструкцию существующего кондуктора. Это устройство имитирует работу сварочного пистолета в труднодоступных зонах и позволяет обеспечить качественное формирование сварных соединений без участия ручного труда. В теоретической части обоснована актуальность такого подхода с позиций повышения качества, минимизации брака, технологичности и соответствия современным требованиям в области автомобильной промышленности.

В технической части работы рассмотрена модернизированная конструкция, даны расчёты прочности и электропроводности, проанализированы особенности материалов, подобраны комплектующие, кабели и крепёж. Особое внимание было уделено вопросам надёжности соединений и минимизации тепловых потерь при передаче тока к Дэми-гану. Конструкция и принцип работы устройства были проработаны с учётом специфики производственного участка.

Организационно-производственная часть охватывает этапы внедрения, распределение ролей между специалистами, график работ и описание условий, позволяющих реализовать проект без остановки производственного процесса. Предложенный план внедрения позволяет выполнить все мероприятия в течение одного выходного дня, без нарушения графика сборки кузовов.

В экономическом разделе рассчитана полная стоимость модернизации, составившая 4 335 285 тенге, и приведены расчёты ожидаемой экономии от внедрения. Существенное снижение доли брака, сокращение времени сварочных операций, а также исключение необходимости в одном из двух сварщиков на данном участке обеспечивают ежемесячную экономию более 13 770 000 тенге. В результате срок окупаемости проекта составил менее одного месяца (≈ 22 рабочих дня), что свидетельствует о высокой эффективности и целесообразности внедрения.

Также в дипломной работе рассмотрены меры по обеспечению безопасности труда, минимизации электрических, термических и механических рисков при работе с модернизированным оборудованием. Предложен комплекс технических и организационных мероприятий по охране труда, включая использование СИЗ, проведение инструктажей, техническое обслуживание оборудования и регламенты безопасной работы.

Таким образом, поставленные в начале исследования цели и задачи были достигнуты. Разработанное техническое решение по установке Дэми-гана в

конструкцию кондуктора позволяет повысить точность, безопасность и производительность сварочных операций, что способствует общему росту качества и эффективности производства на современном автомобильном заводе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинин В.А., Ермолаев И.П. Технологическое оборудование сварочного производства: учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Лань, 2016. — 416 с.
2. Сенатов Б.С. Основы проектирования сварочной оснастки. — СПб.: Питер, 2017. — 284 с.
3. Мосолов А.В. Современные сварочные технологии в машиностроении. — Екатеринбург: УрФУ, 2020. — 312 с.
4. ГОСТ 12.3.003-2014. Работы сварочные. Требования безопасности. — Введ. 01.01.2015.
5. ГОСТ 12.4.250-2019. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги.
6. Гиль В.П. Инженерная графика. Основы автоматизированного проектирования. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 340 с.
7. Рамазанов И.М., Носов А.А. Расчёт и проектирование сварочного оборудования. — М.: Академия, 2019. — 208 с.
8. Тищенко Е.П. Производственная логистика: методы, алгоритмы, практика. — М.: КНОРУС, 2020. — 256 с.
9. Курасов С.В. Оценка надёжности машин и оборудования. — М.: Лань, 2017. — 224 с.
10. Плотников А.В. Сварка в автомобильной промышленности: современное состояние и перспективы. // Автомобильная промышленность, №3, 2021. — С. 17–23.
11. Чертков И.И., Васильев Д.Л. Автоматизация и роботизация сварочных процессов. — М.: Машиностроение, 2018. — 368 с.
12. Емельянов Ю.Г. Проектирование производственного оборудования: Учебник. — М.: Дашков и К°, 2022. — 320 с.
13. Hyundai Motor Group. Body Shop Welding Standards. Internal Manual. — Korea, 2020. — 64 p.
14. Официальный сайт Hyundai Trans Kazakhstan — <https://hyundai-tk.kz>

ПРИЛОЖЕНИЯ