

СБОРНИК  
МАТЕРИАЛОВ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
УЧАЩИХСЯ  
14 НОЯБРЯ 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ФИЛИАЛ БНТУ  
МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ФИЛИАЛ БНТУ  
МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ

Сборник материалов  
научно-практической  
конференции учащихся  
*14 ноября 2018*

Минск 2019

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*Квасюк С.А., директор филиала БНТУ “МГПК”*  
*Буневич В.В., заместитель директора по производственному обучению*  
*Куновская Н.И., заместитель директора по воспитательной работе*  
*Ульянова В.В., заместитель директора по учебно-методической работе*  
*Шмакова Т.В., заместитель директора по учебной работе*  
*Автушко Н.А., заведующим отделением организации производства*  
*Данилетская О.В., заведующий электротехническим отделением*  
*Лаптева С.П., заведующий технологическим отделением*  
*Немченкова Н.Е., заведующий отделением экономики и управления*  
*Петрукович И.В., заведующий отделением автоматизации производства*  
*Побегайло В.В., заведующий отделением управления производства*  
*Авторы статей: преподаватели, учащиеся филиала.*  
*Дизайн обложки: Мельник А.С.*

Сборник материалов научно-практической конференции учащихся филиала Белорусского национального технического университета “Минского государственного политехнического колледжа». Минск, 2019-102 с.

Сборник докладов научно-практической конференции посвящен преподавателям, мастерам своего дела, учащимся, которые своим трудом каждый день “пишут историю” колледжа.

Сборник включает материалы научных статей, представленных на научно-практической конференции учащихся филиала.

Представлены материалы по следующим секциям: городской электрический транспорт и автоматизированные электроприводы, монтаж и эксплуатация электрооборудования, электроника механических транспортных средств, технология машиностроения.

Материалы конференции предназначены для специалистов в области науки, образования, производства, а также преподавателей и учащихся колледжа.

Белорусский национальный технический университет.  
Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”.  
пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42  
E-mail: [mgpk@bntu.by](mailto:mgpk@bntu.by), [mgpkby@mail.ru](mailto:mgpkby@mail.ru)  
<http://www.mgpk.bntu.by/>  
Регистрационный № ЭИ БНТУ/МГПК – 09.2019

© БНТУ, 2019  
© Квасюк С.А.2019

*90 лет-это знаменательная дата. За ней-большой, насыщенный значимыми событиями и яркими свершениями путь, и конечно, целое созвездие выдающихся выпускников.*

*90 лет колледж пережил с честью и достоинством невзгоды, войны, перестройки, всевозможные преобразования.*

*90 лет колледж является опорой, поддержкой и способствует развитию нашей страны.*

*Дорогие друзья! Нашему коллежду-90 лет! И, несмотря на возраст, мы молоды и с уверенностью смотрим в будущее!!!*

*Квасюк Сергей Анатольевич,  
директор филиала БНТУ “МГПК”*

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

*Герасимчик В.А.*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ППР В ГП «МИНСКТРАНС»  
ФИЛИАЛ «ТРОЛЛЕЙБУСНЫЙ ПАРК № 5» .....8

*Дубина Р.В., Ядевич В.В.*

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПУТЕМ  
МОДЕРНИЗАЦИИ КРИВЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ.....10

*Жариков М. А.*

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИЛОВОГО  
ТРАНСФОРМАТОРА ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ГЛАВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ.....16

*Иванов А. И.*

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ПУТЕМ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ.....19

*Кракасевич К.В.*

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ВАЛИДАТОРОВ ПУТЕМ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ....22

*Янковский А. И*

СТАНКИ БУДУЩЕГО. “ЗРЯЧИЙ СТАНОК”.....29

### СЕКЦИЯ МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*Усик А. В., Хломко И. С.*

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ.....34

*Чернухо В.В.*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ НА ПРИМЕРЕ  
СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» ОРГАНИЗАЦИИ «ЭЛЕКТРОПОЛИС» СОВМЕСТНО С  
КОМПАНИЕЙ GIRA».....38

*Собко И.В.*

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ФИЛИАЛА  
«МИНСКАЯ ТЭЦ-3» РУП «МИНСКЭНЕРГО».....41

*Босько В.М., Осипчик Е.А.*

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ДИСКОМФОРТА И  
МЕТОДЫ ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ.....44

<i>Тарасовец В.О.</i> <u>СИСТЕМА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ</u> .....	46
<i>Авижонис Д.Г.</i> <u>СРЕДСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ</u> .....	49
<i>Переходюк Д.В.</i> <u>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА</u> .....	51
<i>Украинцев Д. И.</i> <u>ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХА РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ООО АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДОМ «ЭНЕРГИЯ ГМБХ»</u> .....	53
<i>Дроздович А.В.</i> <u>ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ, ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ</u> .....	55

## **СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

<i>Дидок Р. А.</i> <u>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОРПУС А5.01.0037.00.01» НА БАЗЕ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ТИМЕРТЕХ ГРУПП»</u> .....	59
<i>Жуков А.С.</i> <u>АНАЛИЗ БАЗОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВТУЛКА № ТМ-77.02.010» НА БАЗЕ ООО «ТОЧНАЯ МЕХАНИКА» С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА</u> .....	64
<i>Клестов Р.В.</i> <u>ОЦЕНКА РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЛЕВАЯ 79221-1712623» НА БАЗЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «МИНСКИЙ ЗАВОД КОЛЕСНЫХ ТЯГАЧЕЙ»</u> .....	67
<i>Хилюк И.М.</i> <u>ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «СУХАРЬ №ТМ-77.02.008» НА БАЗЕ ООО «ТОЧНАЯ МЕХАНИКА»</u> .....	74

**СЕКЦИЯ  
ЭЛЕКТРОНИКА МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

<i>Клачек Н.А.</i> <u>АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ РЕМОНТЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ.....</u>	78
<i>Коркуть В.С.</i> <u>АНАЛИЗ И ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ START-STOP НА АВТОМОБИЛЯХ VOLKSWAGEN PASSAT B7.....</u>	81
<i>Алексейчик М.И.</i> <u>АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ TOYOTA.....</u>	84
<i>Карицкий С.С.</i> <u>ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИННОГО ПОКРЫТИЯ НА АВТОМОБИЛЬ BMW X6.....</u>	89
<i>Дубовский Д.Г.</i> <u>АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КЛИЕНТОВ .....</u>	91
<i>Карпов Д. С.</i> <u>АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОТИВОУГОННЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....</u>	95
<i>Селезнёв Д. С.</i> <u>АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СОВРЕМЕННОГО ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ.....</u>	99

**СЕКЦИЯ  
ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ И  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ**

УДК 658.58

**Анализ эффективности внедрения системы ППР в ГП «Минсктранс»  
филиал «Троллейбусный парк № 5»**

*Учащийся группы 32Г4б Герасимчик В. А.,  
преподаватель спецдисциплин Голованова Н. В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В данной работе анализируется эффективность системы ППР в ГП «Минсктранс» филиал «Троллейбусный парк № 5». Так как городской электрический транспорт является потребителем первой категории, то требуется обеспечить бесперебойность его электроснабжения, а также обеспечить безопасность перевозки пассажиров. Это достигается за счет качественного и периодического ремонта электрооборудования транспортных средств. Строгое соблюдение графиков ППР позволяют добиться поставленных задач.

**Основная часть.** По проведенным исследованиям выяснено, что в троллейбусном парке №5 для поддержания оборудования в рабочем состоянии применяется система планово-предупредительного ремонта. Система планово-предупредительного ремонта оборудования характеризуется следующими основными особенностями.

1. Оборудование ремонтируется в плановом порядке, через определенное число отработанных машино-часов или в соответствии с установленной нормой отработки в календарных днях.
2. Определенное число последовательно чередующихся плановых ремонтов соответствующего вида образует периодически повторяющийся ремонтный цикл.
3. Между периодическими плановыми ремонтами каждая машина систематически подвергается техническим осмотрам, в процессе которых устраняют мелкие дефекты, производят регулировку, очистку и смазку механизма.

Система ППР включает:

Техническое обслуживание (ТО)



Текущий ремонт (ТР)

Капитальный ремонт (КР)

Техническое обслуживание (ТО) ~ система технических мероприятий, предназначенных для поддержания ПС в технически исправном состоянии, обеспечивающем возможность получения максимальных технико-экономических показателей его эксплуатационной работы.

Технический ремонт троллейбуса выполняется через определенный пробег преимущественно агрегатным методом и должен обеспечивать поддержание его исправного и работоспособного состояния путем восстановления узлов и агрегатов до параметров соответствующих требованиям технической документации ТР. Периодичность технического ремонта троллейбусов 65 тыс. км пробега.

При проведении текущего ремонта в парке производятся следующие виды работ: ремонт и ревизия механического оборудования, ремонт и ревизия электрического оборудования, ремонт кузова, окраска и смазка троллейбуса.

Капитальный ремонт (КР) предназначен для приведения троллейбуса в техническое состояние, обеспечивающее его эксплуатацию до следующего капитального ремонта .КР проводится достижении пробега не более 270 тыс.км.

При проведении капитального ремонта в парке производятся следующие объёмы работ: ремонт кузова, ремонт механического, пневматического и электрического оборудования, окраска троллейбуса.

Система ППР в ТП№5 позволяет увеличить межремонтные сроки работы оборудования, снизить расходы на выполнение ремонтных операций и повысить качество ремонтных работ.

## ***Выводы***

Недостатки системы ППР в Троллейбусном парке №5:

- трудоемкость расчетов затрат;
- нехватка нужного инструмента и нужных деталей для ремонта;
- сложность оперативной корректировки планируемых ремонтов;
- проведение текущего ремонта и капитального ремонта в не зависимости от состояния при прохождении пробега.

Для увеличения эффективности системы ППР в Троллейбусном парке №5 автор предлагает предусмотреть:

1 Систему диагностирования оборудования, с тем что бы, обеспечить максимальную выработку рабочего ресурса, по итогам диагностики принимать решение о необходимости проведения ремонта.

- 2 Предусмотреть проведение ТО-2 вместе с диагностированием.
- 3 Разработать программу диагностирования ходовой части транспортных средств.

### **Литература**

1. Шеховцов, В. П. Электрическое и электромеханическое электрооборудование / В. П. Шеховцов. – Москва : Форум: Инфра -М, 2009. – 416 с.
- 2 Кобозев, В. М. Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта / В. М. Кобозев. – Москва : Высшая школа, 1982.
- 3 Южаков, Б. Г. Технология и организация обслуживания и ремонта устройств электроснабжения / Б. Г. Южаков. – Москва : Маршрут, 2004.
- 4 Макаров, Е. Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования / Е. Ф. Макаров. – Москва : Изд.центр «Академия», 2003.
- 5 Куценко, Г. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок / Г. Ф. Куценко. – Минск: Дизайн ПРО, 2003.
- 6 Овчинникова, Л. С. Система технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта: Справочное пособие для инженеров. /под ред. Л.С. Овчинникова. – Минск : Дизайн ПРО, 2007.

УДК621.332.36

#### **Способы повышения эффективности работы контактной сети путем модернизации кривых держателей**

*Учащиеся группы 32Г4б Дубина Р.В., Ядевич В.В.,  
преподаватель спецдисциплин Седюкова А.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Вопросы модернизации контактной сети весьма актуальны. В данной работе рассмотрены конструкция кривых держателей модели ДК-2, конструкция и принцип действия скоростной управляемой стрелки НЭМЗ, используемой в РФ, высказаны предложения по модернизации кривых держателей и стрелок.

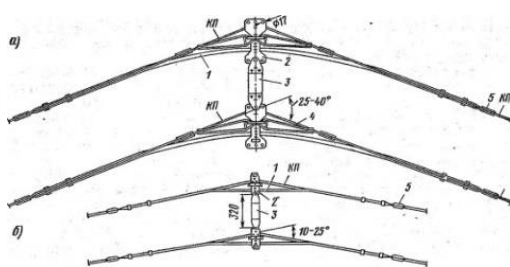
**Основная часть.** Контактная сеть необходима для питания общественного электрического транспорта.

В Республике Беларусь на данный момент контактная сеть (КС) городского электрического транспорта установлена в таких городах как: Минск, Гродно, Мозырь, Витебск. Протяженность троллейбусной контактной сети в Минске составляет 492,12 км. В отличие от троллейбусной КС, трамвайная КС в Минске малоразвита и составляет всего 31 км, хотя в странах Европы является основной. По сравнению с трамвайной контактной сетью, троллейбусная контактная сеть требует меньших затрат на сооружение инфраструктуры, и обходиться городу намного дешевле.

Несмотря на экономичность троллейбусной КС вопросы ее модернизации весьма актуальны. Модернизация КС состоит из модернизации отдельных элементов. К действующему оборудованию КС относятся: система подвески контактной сети, секционный изолятор, кривые держатели, стрелки, контактный провод и др.

В данной работе рассмотрены вопросы модернизации кривых держателей и стрелок.

Кривые держатели применяют в троллейбусной сети для подвески и изменения направления контактного провода в плане на угол  $6-45^\circ$  в одной точке. Для меньших углов поворота до  $8^\circ$  используют двуплечие подвесы с подвесными зажимами[1]. Конструкция кривых держателей представлена на рисунке 1.



а- тип КД 25/45; б - тип КД 10/25; КП - контактный провод; 1-бегунок; 2- плита; 3- планочный изолятор; 4- предохранитель; 5- концевой зажим

Рисунок 1 – Кривые держатели

На сегодняшний день недостатками кривых держателей модели КД являются:

- подверженность коррозии;
- жесткость конструкции;
- большая масса конструкции, что создает дополнительную нагрузку на КС.

Сталь, из которой изготовлены кривые держатели модели КД, покрыта антикоррозийным покрытием, но со временем оно начинает терять свои свойства, и происходит процесс коррозии, из-за которого кривые держатели приходят в негодность. Поэтому предпочтение было отдано легким и прочным композитам.

Используемые в Республике Беларусь кривые держатели модели КД имеют достаточно жесткую и тяжелую конструкцию, за счет чего ухудшается плавность хода при их прохождении. Аналогом кривых держателей модели КД, используемых в Республике Беларусь, являются кривые держатели модели ДК используемых в России.

Кривой держатель ДК-2 изготовлен из высокопрочных древесных композитных материалов, неподдающихся коррозии. Имеет более легкий вес и высокие эксплуатационные характеристики[2]. Установка такого держателя позволяет достичь максимальной плавности прохождения при движении по контактной сети, что в свою очередь способствует увеличению скорости проезда специальных участков и перекрестков. При эксплуатации ДК-2 уменьшаются энергопотери при токоёмке, улучшается эстетический вид контактной сети, повышается безопасность при производстве работ.

Кроме того, вес композитных деталей составляет меньше аналогичных деталей из стали, при превосходящей прочности, гибкости и устойчивости к давлению, не говоря уже о том, что как неметаллы, они, естественно, могут не бояться коррозии[3].

Автор предлагает рассмотреть возможность применения в конструкции кривых держателей углеволоконные композитные материалы. Углеволоконные композитные материалы, в отличие от древесных композитов не содержат формальдегида, ядовитых газов, вроде метанола. Как следствие в готовом виде детали из композитов весьма экологичны в использовании, не требуют особенного ухода. При регулярной очистке композитные детали годами выглядят как новые. Композитные материалы на основе углеродного волокна уже нашли применение в авиационной промышленности.

Следующим элементом КС, рассмотренным для модернизации, является стрелка. Троллейбусная стрелка, это механизм, направляющий штанги троллейбуса в местах разветвления контактной сети. Внешний вид стрелки представлен на рисунке 2.

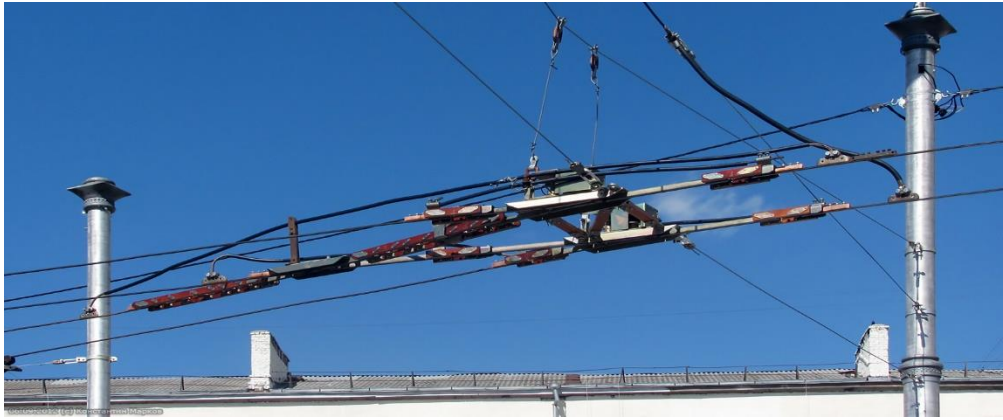


Рисунок 2 – Троллейбусная стрелка

Стрелка представляет собой составную конструкцию, состоящую из двух половин, установленных на проводах троллейбусной контактной сети. Каждая из этих двух пластин изолированы друг от друга и имеют по одному электромагниту, которые в момент срабатывания отклоняют каждый своё перо стрелки. Для управления электромагнитами существуют различные схемы.

При проезде через стрелку, с отклонением на право, водитель отключает силовую цепь, что ведет к уменьшению скорости. При этом через катушки электромагнитов стрелки течёт небольшой ток, перья стрелки остаются в исходном положении. При отклонении влево, водителю следует проходить стрелку с включённой силовой цепью. Так же стоит отметить о существовании стрелки, где для поворота в ту или иную сторону необходимо действовать наоборот, то есть налево - с разомкнутой цепью, а направо - с замкнутой[4].

Основным недостатком конструкции стрелки является:

-медленный проход через стрелку, снижение скорости транспортного средства до 5км/ч. На сегодняшний день при большой интенсивности движения, на дороге появляются пробки, что затрудняет проход электрического транспорта через стрелку контактной сети.

Для устранения недостатка в России используют управляемые стрелки. Конструктивное исполнение скоростной управляемой стрелки НЭМЗ представлена на рисунке 3.

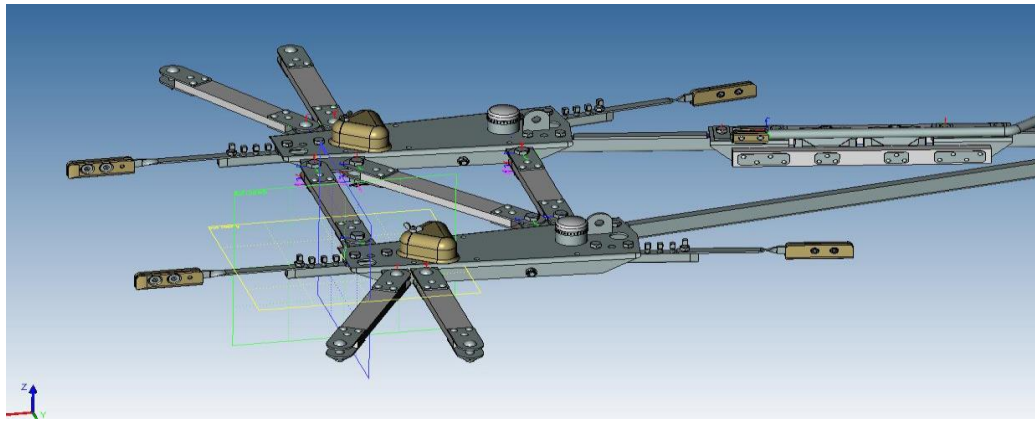


Рисунок 3 -Скоростные троллейбусные стрелки НЭМЗ.

При использовании управляемой стрелки у водителя нет необходимости управлять поворотом стрелки с помощью педали, что в свою очередь повышает скорость прохождения транспортного средства через стрелку.

Радиоуправление осуществляется кодированным сигналом, переключение происходит при получении верного радио — кода [5]. При подъезде к управляемой стрелке водитель, посмотрев на световое табло, может увидеть направление действия стрелки и нажатием кнопки на пульте дистанционного управления изменить это направление, проехав эту стрелку не снижая скорости движения. Внешний вид светового табло представлен на рисунке 4.

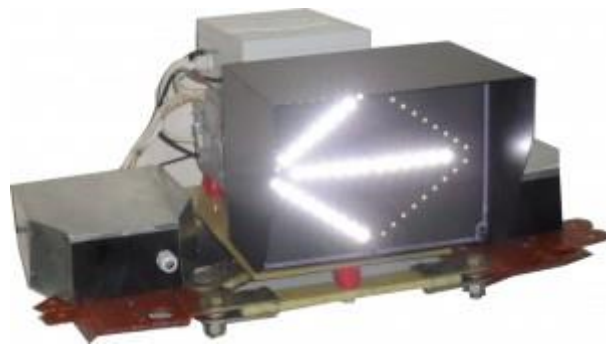


Рисунок 4 –

дисплей.

Поворотный

Не смотря на все преимущества управляемых стрелок, необходимо отметить их большую стоимость; необходимость переоборудования троллейбусов, с подключением дополнительного питания механизма привода пера; сигнальной установки и т. п. Однако, если рассмотреть этот метод модернизации с точки зрения практичности, то значительно увеличивается интенсивность движения троллейбусов, что в своё время приведет к уменьшению застоя пассажиров на остановках, и возможности сокращения количества транспортных средств, что уменьшает расходы на их содержание. Автор предлагает установить в кабине водителя трансмиттер и кнопочный пульт для управления стрелочным переводом. На опоре контактной сети

рядом с автоматической стрелкой устанавливается устройство с набором датчиков, принимающее радиосигналы и подающее управляющий импульс на привод стрелочного перевода, а также специальное световое табло, который показывает направление движения троллейбуса при текущем положении перьев стрелки. Кнопки на кнопочном пульте будут отвечать за перевод пера стрелки в другое положение.

Предложенная конструкция позволяет не снижать скорость движения. Для движения по кольцу конструкция пульта предусматривает несколько кнопок, которые позволяют регулировать направление пера на нескольких стрелках одновременно. Установив на автоматическую стрелку считывающее и передающее устройство, которое передает сигнал в диспетчерский пункт, можно контролировать количество проходящих транспортных средств, их интервал и работу самой стрелки.

### ***Выводы***

Анализируя информацию, для модернизации КС предлагаем:

-заменить сталь, из которого изготовлены кривые держатели модели КД на композитные материалы на основе углеродного волокна. Реализация этого предложения позволит уменьшить массу конструкции кривых держателей, улучшить эксплуатационные показатели.

-установка скоростных управляемых стрелок. Увеличение интенсивности движения троллейбусов на линии, сокращение интервала движения, уменьшение расходов на содержание транспортных средств.

### **Литература**

1 Афанасьев, А. С. Контактные и кабельные сети трамвая и троллейбуса. / А. С. Афанасьев, Г. П. Долаберидзе, В. В. Шевченко. — Москва : Транспорт, 1978. — 300 с.

2 Работы по модернизации контактной сети троллейбусной системы // МКП «Тулгорэлектротран» [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://www.tulatrans.ru> Дата доступа : 20.11.2018.

3 Кербер, М. Л., Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии / М. Л. Кербер. — СПб. : Профессия, 2008. — 560 с.

4 Горошков, Ю. И., Контактная сеть / Ю. И. Горошков, Н. А. Бондарев. — Москва : Транспорт, 1981. — 379 с.



5 Скоростные радиоуправляемые троллейбусные стрелки НЭМЗ // ОАО «Невинномысской Электромеханический завод»[Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.nevemz.ru> Дата доступа: 20.11.2018.

УДК 621.314.212

### **Способы повышения эффективности работы силового трансформатора путем модернизации главной изоляции**

*Учащийся группы 32Г46 Жариков М. А.,  
преподаватель спецдисциплин Седюкова А. Л.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В статье рассматриваются эффективность применения трансформаторного масла, в качестве главной изоляции трансформатора. Влияние качества трансформаторного масла на срок эксплуатации силового трансформатора. Проведен анализ достоинств и недостатков трансформаторного масла. Предложено в качестве альтернативы трансформаторному маслу применение перфторорганической жидкости.

**Основная часть.** Основным оборудованием тяговой подстанции является силовой трансформатор. Он же является наиболее дорогостоящим элементом, выход которого из строя влечет большие затраты как на его замену, так и на ремонт.

Наиболее повреждаемыми частями силовых трансформаторов являются: обмотка – 52%, вводы – 27%, прочие повреждения – 21%. Процент повреждения обмоток трансформатора распределяется по ее элементам следующим образом: главная изоляция – 12%, витковые и межкатушечные замыкания – 28%, термические и динамические воздействия – 12%. [1]

Анализируя оборудование тяговых подстанции УП «Минская дистанция электроснабжения» прихожу к выводу, что в работе находится до 40% морально и физически устаревшего оборудования, год выпуска которого 1960-1980. Проведение регулярных обслуживаний и ремонтов не обеспечивают должного уровня электрической прочности изоляции силовых трансформаторов. Трансформаторы, находящиеся в работе более 25-ти лет, имеют сниженный уровень электрической прочности изоляции, на 10-20%, и недостаточную электродинамическую стойкость обмоток при коротком замыкании. Это приводит к пробое изоляции и витковому замыканию, как следствие к аварийному выходу трансформатора из строя. Работа трансформаторов с выработанным сроком службы приводит к увеличению потерь электроэнергии в электрических сетях, что является важным экономическим показателем.



Наибольшее количество повреждений трансформаторов наблюдается в устройствах обмоток главной и продольной изоляции. При повреждении главной изоляции или обмоток трансформатор подлежит капитальному ремонту с разборкой активной части. [2]

В месте деформации обмотки возможно также образование очага с ослабленной изоляцией, который может существовать длительный период с интенсивным развитием частичных разрядов, приводящих в конечном итоге к пробое изоляции и витковому замыканию.

Трансформаторное масло является главной изоляцией в силовом трансформаторе. От его состояния зависит срок службы и надежность работы. Характеристики трансформаторного масла в значительной степени зависят от наличия примесей. Так, содержание 0,01...0,02 % влаги в масле приводит к снижению пробивного напряжения в 4...5 раз. Это объясняется тем, что полярная жидкость – вода, находится в неполярной жидкости – масле, способна ориентироваться в виде цепочек, вытянутых между электродами в направлении поля. По этим цепочкам и происходит пробой увлажненного масла. Для создания цепочек достаточно небольшого количества влаги, дальнейшее повышение ее содержания в масле приведет к увеличению числа параллельных цепей, что не влияет на пробивное напряжение. В неравномерных полях, в местах с повышенной напряженностью высокая концентрация влаги приводит к образованию крупных капель, оседающих на дне сосуда за пределами межэлектродного пространства. Поэтому влияние влажности менее заметно при пробое масла в неравномерном электрическом поле.

При эксплуатации трансформатора влага может поступать в масло из окружающей среды и образовываться в масле в результате происходящих в нем окислительных процессов. Отрицательно влияют на масло некоторые примеси. Парафин, растворяясь в масле, увеличивает его вязкость. Наличие парафина в трансформаторном масле недопустимо. Уголь безвреден для масла, но действует как стабилизирующий фактор для эмульсии воды и способствует увеличению ее количества. Осадки и шлам (продукты старения масла) гигроскопичны и накапливают в себе значительное количество влаги. Являясь полярными диэлектриками, они могут образовывать проводящие мостики между электродами, по которым происходит пробой масла. К перекрытиям и разрушениям приводят отложения осадков и шлама на поверхности твердой изоляции, находящейся в масле. Кроме того, осадки закупоривают каналы между обмотками трансформатора и ухудшают его охлаждение.

Чтобы избавиться от примесей в процессе эксплуатации трансформаторное масло подвергают регулярной чистке и регенерации, что является затратным процессом. [3].

В использовании масла есть свои достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести:

- температура застывания масла -45 °С и ниже;
- обладает высокой электрической прочностью;
- служит как изоляцией, так и охлаждающей средой для трансформатора;
- более дешевое и доступное.

К недостаткам можно отнести:

- токсично, содержит полихлорбифениловые диэлектрики, ядовитые вещества первого класса опасности, которые попадают в кровь при вдыхании паров и воздействует на печень;
- при утилизации загрязняет почву;
- необходимость содержать маслохозяйство, что достаточно затратно;
- процесс очистки и регенерации затратен.

### ***Выводы***

Автор предлагает в качестве альтернативы трансформаторному маслу, применить перфторорганическую жидкость. Перфторорганическая жидкость является экологически чистой, практически инертной, негорючей. Так же, как и трансформаторное масло, используется одновременно как изолирующая и охлаждающая среда. Жидкость обладает свойством высокой текучести, заполняет мелкие полости в элементах конструкции, а в точках особой концентрации потерь, где происходит наибольший местный перегрев активных частей, она переходит в кипящее состояние с особо интенсивным съемом тепловой энергии. Она малотоксичная, трудно горючая, невзрывоопасна. Имеет высокую термостойкость в интервале 400-800 °С, высокую теплоемкость и плотность, низкую теплопроводность. Так же данная жидкость обладает низкой температурой замерзания - до -70 °С, что является важным свойством для главной изоляции. Но эта жидкость разрушает озоновый слой и так же имеет высокую стоимость.

Эффективное использование ее в качестве замены трансформаторного масла еще предстоит проверить на практике.

### **Литература**

- 1 Пястолов, А. А. Эксплуатация электрооборудования / А.А. Пястолов, Г. П. Ерошенко. – Минск : Агропромиздат, 1990. – 287 с.
- 2 Куценко, Г. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок / Г.Ф. Куценко. – Минск.: Дизайн ПРО, 2003.– 272 с.
- 3 Баран, А. Н. Эксплуатация электрооборудования / А. Н. Баран – Минск.: БГАТУ, 2003. – 407 с.
- 4 Сырых, Н. Н. Методы сбора и обработки информации по надежности / Н. Н. Сырых, А. А. Медведев, П. Г. Макусев. – Минск : МГАУ, 1995. – 100 с.
- 5 Таран, В. П. Справочник по эксплуатации электроустановок / В. П. Таран, В. К. Андриец, А. В. Синельник. – Минск : Колос, 1983. – 221с.

## **Способы повышения эффективности работы тягового двигателя путем его модернизации**

*Учащийся группы 33Г4б Иванов А. И.,  
преподаватель спецдисциплин Пинчук М. Н.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В данной работе были рассмотрены вопросы основных неисправностей двигателей, применяемых на городском электрическом транспорте. Была выявлена наиболее часто встречаемая причина поломки двигателей, а именно перегрев изоляции. В связи с этим было предложено следующее решение – установка штатного охлаждения на валу двигателя и независимого вентилятора на задней крышке, питающегося от сети пониженного напряжения 24В.

**Основная часть.** Жизнь современного города невозможна без четкой организации работы пассажирского транспорта. Задача городского пассажирского транспорта - обеспечение трудовых, деловых и культурно-бытовых поездок населения. Удовлетворение нужд населения города в передвижениях должно осуществляться быстро, удобно и безопасно.

Организация транспортного обслуживания города усложняется по мере увеличения численности населения и городской территории, из-за роста дальности и количества поездок. Развитие промышленности, увеличение числа культурно-бытовых учреждений, социальные преобразования и материальное благосостояние вызывают рост дальности поездок пассажиров и транспортной подвижности населения.

Дальнейшее развитие городов требует не только резкого увеличения объема пассажирских перевозок, но и совершенствования качества выпускаемых транспортных средств.

Условия работы электрооборудования троллейбуса отличаются от условий работы стационарного оборудования. Режим работы троллейбуса характеризуется частыми включениями и выключениями электрических цепей, значительными колебаниями напряжения, широкими пределами изменения тока, потребляемого тяговыми двигателями, и существенным нагревом электрооборудования. Электрооборудование троллейбуса работает в условиях тряски и вибрации, подвергается резкому изменению окружающей температуры (от  $-50^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ) [1]. В наиболее тяжелых условиях находится электрооборудование, расположенное под кузовом троллейбуса: на него постоянно действуют влага, снег, грязь и пыль.

Как правило, двигатель постоянного тока троллейбуса находится в герметичной коробке для предотвращения попадания грязи. В связи с этим можно сделать вывод о сильном нагреве двигателя в процессе эксплуатации, в

следствии чего страдает изоляция двигателя приводя его в негодность для дальнейшей эксплуатации [2].

Как правило на двигателях постоянного тока в троллейбусах не предусмотрено штатное охлаждение, в следствие чего электрооборудование троллейбуса, в частности двигатель, подвергается большому температурному воздействию не совместимому с нормальным и длительным режимом работы двигателя.

Двигатели имеют определенные классы нагрева.

Классы нагревостойкости изоляции обмоток.

Уровень допустимого нагрева зависит от класса нагревостойкости изоляции обмоток, которая является наименее теплостойкой частью конструкции.

Чаще всего двигатели троллейбуса подходят под следующие 2 категории:

Е - предельная  $t$  120 С. Материал – синтетическая органическая пленка.

В - предельная  $t$  130 С. Материалы – стекловолокно, слюда, асбест с органическим связующим веществом[3].

При нормально протекающем режиме работы ДПТ он не сможет достичь критической температуры, но это зависит еще от дорожных условий и опыта работы водителя, а также погодных условий. При частой перегазовке или же постоянному напряжению двигателя в максимальных пределах он будет все сильнее разогреваться и это тепло будет сохраняться в коробке, в которой находится двигатель. В частности, это будет происходить из-за частого срабатывания ограничивающих элементов.

В случае перехода двигателя даже на кратковременный критический режим работы изоляция начнет терять свои свойства, после первого кратковременного критического режима работы, после которого двигатель успеет немного остыть, изоляция еще сохранит свои изоляционные свойства, но при часто повторяющихся и систематических критических температурных режимах она их быстро утратит [4].

В связи с вышеприведенной информацией, следует предложить следующий выход- установить штатное охлаждение.

Рассматриваемый двигатель ДК-211а, который стандартно устанавливается на троллейбусах марки АКСМ-221. Эти двигатели изготавливаются в России, что усложняет отправку их на сервисное обслуживание компании изготовителя. Поэтому все ремонтные работы производятся на УКХ «Белкоммунмаш».

Если взять генератор троллейбуса, который по своей сути работает постоянно и подвергается большому температурному воздействию и в нем установлены 2 штатных лопастных узла в передней и задней крышке генератора, которые обеспечивают его оптимальное охлаждение. Так же если брать в пример автомобильный генератор, который не многим отличается от генератора троллейбуса, то можно будет заметить, что в корпусах многих генераторов (непосредственно с лопастями охлаждения) установлены водные трубки, направленные таким способом, чтобы получать достаточную часть охлаждающего потока, в следствие, чего они сами охлаждаются и производят охлаждающее действие на элементы генератора.

Исходя из выше изложенного, хочется предложить следующий шаг решения. На передней крышке двигателя постоянного тока, где устанавливается подвижная муфта, сделать сетчатые прорези для прохождения воздушного потока, а на самом валу установить двойные лопастные узлы, которые будут работать в зависимости от скорости вращения вала. Лопастные узлы должны быть направлены в одну сторону.

На задней крышке: выполнить идентичные прорези для прохождения воздушного потока, установить вентилятор, который будет иметь вытягивающее действие для усиления прохождения воздушного потока, а в следствии чего и охлаждающего эффекта, однако данный вентилятор должен иметь постоянное питание из-за отсутствия привязки к работе вала двигателя постоянного тока и питаться от низковольтной цепитроллейбуса. Дополнительные крышки на задней стенке должны будут быть установлены только в местах, требующих изоляцию.

### **Выводы**

Таким образом, установка вентиляторов на вал двигателя и независимых вентиляторов на задней крышке приведет к:

- увеличению надежности изделия;
- увеличению срока службы изделия.

Однако возникнут следующие минусы:

- увеличение стоимости и трудоемкости производства;
- сложность обслуживания.

### **Литература**

1Mash-xxl[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<http://mash-xxl.info/>.

2Laborant[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<http://laborant.ru/eltech/>.

3Gomeltrans[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<http://gomeltrans.net/vehicles/trolleybus/>.

4Beltransport[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<http://beltransport.esmasoft.com/>.

## Увеличение срока службы валидаторов путем их модернизации

*Учащийся группы 33Г46 Кракаевич К.В.,  
преподаватель спецдисциплин Пинчук М.Н.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В работе приводится исторический обзор бескондукторных систем оплаты проезда, применяемых в общественном транспорте городов Беларуси. Выполнен анализ системы оплаты проезда АСКОП, рассмотрены ее основные неисправности. В связи с массовостью поломок электрических плат предлагается следующее решение – улучшить корпус валидатора, который собирает конденсат внутри, а именно прорезинивание стыков корпуса.

**Основная часть.** Исторический обзор бескондукторных систем оплаты проезда.

Первая бескондукторная система оплаты проезда (рисунок 1) появилась в 1958 году в СССР, когда начался постепенный отказ от кондукторов и замена их кассами. В годы развитого социализма, который, по мнению идеологии, медленно, но верно двигался к коммунизму, считалось, что честность – лучший контролер. В кассу пассажир закладывал монету номиналом 3 копейки для трамвая, 4 – для троллейбуса и 5 – для автобуса, и отрывал билет.



Рисунок 1 - Первая бескондукторная система оплаты проезда

Деньги сыпались в специальный мешок, откуда доставались в парке, на кольцо. Контроля за тем, какую монету человек кинул в автомат не было, так что технику легко было обмануть. Кроме того, после оплаты можно было открутить от мотка сколько угодно билетов.

Такие кассы практически не ломались, однако они были подвержены коррозии и имели довольно большие габариты (по сравнению с обычными компостерами).

Параллельно с кассами были компостеры (рисунок 2). Принцип их действия был такой: пассажир у водителя или в многочисленных киосках Союзпечати покупал ленту или книжечку билетов на 10 поездок, а во время поездки отрывал один из них и пробивал на компостере.



Рисунок 2 - Компостер

Компостер работал по принципу дырокола, нажимали рычаг и билет «компостирировался».

Каждый автомат выбивал разную комбинацию отверстий, так что зашедший в вагон контролер пробивал для наглядного примера свой билет, а затем сравнивал положение и количество отверстий на билетах всех пассажиров.

Такие компостеры практически не ломались, но были подвержены коррозии и со временем плохо пробивали талоны.

В 2000-х годах на замену старым железным компостерам пришли более удобные и дешевые пластмассовые компостеры (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пластмассовый компостер

Они использовались в транспорте города Минск до 2014 года (во многих городах они до сих пор действуют).

Однако пластмасса не так долговечна, и очень часто они ломаются из-за сильного удара при гашении талона[1].

В 2014 году появилась новая система оплаты проезда АСКОП.

С началом внедрения АСКОП в транспорте исчезли привычные компостеры, вместо них появились электронные компостеры для бумажных талонов на одну поездку: они печатают на талоне дату и время гашения, а также номер маршрута и тип транспортного средства. Наряду с компостером по обе стороны дверей трамвая, автобуса или троллейбуса появились валидаторы: для валидации проездных документов.



Рисунок 4 – Система оплаты АСКОП

При этом, бумажные проездные, заменились электронными носителями, на которых записана информация о приобретенном проезде и количество приобретенных поездок (билетов на одну поездку в электронном виде) [2].

Система АСКОП включает в себя следующие компоненты:

1. Контроллер многофункциональный транспортный (бортовой компьютер) МТК-12 (рисунок 5).



Рисунок 5 - Контроллер многофункциональный МТК-12

Основные функции контроллера:

- Объединение валидаторов и электронных компостеров в единую систему и управления ими.
- Обеспечение обмена данными между процессингово-эмиссионной системой и валидаторами.



- Накопление данных энергозависимой памяти.
2. Терминал бесконтактных карт (валидатор) ТБК (рисунок 6).



Рисунок 6 - Терминал бесконтактных карт

Основные функции:

- Off-line обслуживание электронных проездных документов на базе бесконтактных смарт-карт.
  - Индикация разрешения проезда.
  - Отключение на время контроля.
  - Отображение дополнительной пользовательской информации.
  - Накопление данных об оплатах проезда в энергозависимой памяти.
  - Функции подсчета пассажиропотока.
3. Многофункциональный терминал водителя МТВ-128 (рисунок 7).

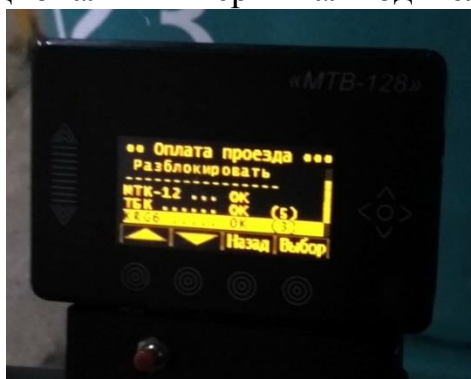


Рисунок 7 - Многофункциональный терминал водителя МТВ-128

Основные функции:

- Передача в диспетчерский центр навигационной и телеметрической информации.
- Контроль движения по расписанию.
- Громкая связь.

- Прием и передача коротких оперативных сообщений.
  - Организация канала передачи данных для системы оплаты и контроля проезда.
4. Электронный компостер (бортовой притер) KRG-6k (рисунок 8).



Рисунок 8 - Электронный компостер KRG-6k

Основные функции:

- Гашение бумажного билета путем печати на билете запрограммированной информации.
- Отключение на время контроля.
- Отображение дополнительной информации.
- Накопление данных об оплатах проезда в энергозависимой памяти [3].

Неисправности системы АСКОП. Герметизация стыков корпуса валидатора

Таблица 1 - Основные неисправности системы АСКОП [4]

№	Вид неисправности	Пути устранения	Количество случаев по трамвайному парку № 2 за 2018 г.
1	Выход из строя электрической платы в валидаторе	Замена всей платы валидатора	56
2	Отработка печатающей головки электронного компостера	Замена блока печатающей головки	134
3	Поломка комплектного разъёма АМР480672	Заменой разъёма	26
4	Технические неисправности на программном уровне бортового компьютера МТК-12	Настройка программного обеспечения системы	37
5	Выход из строя предохранителя в питающей линии бортового компьютера МТК-12	Замена предохранителя	22
6	Выход из строя резисторов как кремневой колодке Х9	Замена резисторов	19

1.Выход из строя электрической платы в валидаторе. Согласно правилам технической эксплуатации валидаторов, при выходе из строя электрической платы, она заменяется новой с последующим ремонтом на заводе-изготовителе.

2.Отработка печатающей головки в электронном компостере, при этой неисправности заменяют блок печатающей головки на новый.

3.Поломка комплектного разъёма АМР480672. Неисправность решается заменой разъёма на новый.

4.Технические неисправности на программном уровне бортового компьютера МТК-12, неисправность решается настройкой программного обеспечения системы.

5.Выход из строя предохранителя в питающей линии бортового компьютера МТК-12, неисправность устраняется заменой предохранителя.

6.Выход из строя резисторов как кремневой колодке Х9,устраняется неисправность заменой резисторов.

Из приведенного выше перечня, выход из строя электрической платы в валидаторе является довольно частым и непредвиденным видом неисправности. Данная проблема обусловлена климатическими условиями Беларуси. Так как валидаторы устанавливаются вблизи дверей общественного транспорта, они подвергается атмосферному воздействию, из-за чего внутри корпуса конденсируется влага, которая приводит к данной поломке. Замена и

ремонт электрических плат валидаторов ложится тяжелым материальным бременем на троллейбусные парки г. Минска.

Для снижения частоты таких ощутимых и распространенных поломок, следует модернизировать пропускающее атмосферную влагу устройство валидатора. Очевидным способом решения данной проблемы представляется прорезинивание стыков корпуса. Данная мера повысит герметичность валидатора и не позволит влаге проникать внутрь, что устранит основную причину поломки платы. Для прорезинивания корпуса подойдет такой материал как силиконовая резина [5], обладающая отличной устойчивостью к различным климатическим факторам. Внедрение данной модернизации не повлечет серьезных материальных затрат и позволит экономить значительные объемы средств затрачиваемых на ремонт и замену электрических плат валидаторов.

### ***Выводы***

Система оплаты проезда АСКОП является наиболее современной, сложной и дорогостоящей в Беларуси. Выход из строя электрической платы валидатора происходит является частым и непредвиденным видом неисправности обусловленным климатическими условиями страны. Герметизация стыков корпуса валидатора силиконовой резиной представляется простым, дешевым и эффективным решением проблемы неисправности электрической платы валидаторов из-за конденсации атмосферной влаги.

### **Литература**

- 1 Beltransport [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://beltransport.esmasoft.com/>.
- 2 Prosperplast [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://www.prosperplast.ru/>.
- 3 Vystavki.rgantd [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://vystavki.rgantd.ru/>.
- 4 Wikipedia [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/>.
- 5 Ftorotex [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://www.ftorotex.by/>.

## Станки будущего. “Зрячий станок”

*Учащийся группы 34П4к Янковский А. И.,  
преподаватель спецдисциплин Метлицкая О. А.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В данной статье подымается тема важности современного и качественного электрооборудования для промышленных предприятий. Приведены примеры современного электрооборудования, используемого на предприятиях. А также затрагивается вопрос о том, какие станки могут быть в будущем.

**Основная часть.** Отрасли промышленности уделяется особое внимание, так как это основная отрасль хозяйства в стране, и одним из ключевых моментов ее развития является качественное электрооборудование для промышленных предприятий. Установленное электрическое оборудование должно обеспечивать выполнение всех возложенных на него задач и при этом потреблять как можно меньше электрической энергии. Именно поэтому электрооборудование предприятия обязано быть качественным.

Совокупность машин, аппаратов, устройств и приборов играет большую роль на предприятиях, так как они производят преобразование электрической энергии в другие виды энергии, что позволяет существенно автоматизировать сам технологический процесс.

В современных условиях электрооборудование предприятий требует глубоких и доскональных знаний. Для того чтобы создать новое либо произвести модернизацию уже имеющего оборудования, механизма или устройства, необходимо привлекать технологов, электриков и механиков.



Рисунок 1 – Промышленность

Электрооборудование не рассматривается отдельно от технологических и конструктивных свойств электрифицируемого объекта. Поэтому

специалисты, обслуживающие электрооборудование предприятия, обязаны знать не только электрическую часть, но и основополагающие технологические процессы.



Рисунок 2 – Электрооборудование установки

На большинстве промышленных предприятий установлено старое оборудование времен Советского Союза, которое уже слишком долго находилось в эксплуатации, а с течением времени оборудование портится и приходит в негодность.

Поэтому сейчас существует острая необходимость замены производственного оборудования на предприятиях, это позволяет не только улучшить работу, сделать процесс изготовления более быстрым, а производительность более высокой, но и обезопасить труд работников заводов.

Сегодня уделяется значительное внимание техническому переоснащению предприятий. Рассмотрим примеры установок, применяемых на ОАО УКХ «Белкоммунмаш»



Рисунок 3 – Старый сверлильный станок

Разработанный конструкторами Mazak станок Variaxis 630-5X II предназначен для одновременной пятикоординатной многоповерхностной обработки сложных деталей, изготавливаемых из твердых материалов за один шаг.



Рисунок 4 – Станок Variaxis 630-5X компании Mazak

Волоконная лазерная система LASERDYNE 430 Versa 3D с направляющим решением BeamDirector третьего поколения. Разработка рассчитана на типичные потребности лазерной обработки, осуществляемой инструментальными и модельными мастерскими, а также исследовательскими центрами и конструкторскими бюро производителей. Эта система обеспечивает оптимальный баланс стоимости, гибкости и точности для лазерных резки, сварки, сверления, текстурирования и маркировки широкого спектра материалов.



Рисунок 5 – Волоконная лазерная система LASERDYNE 430 Versa 3D

Полуавтоматическая двухпозиционная 13-дюймовая ленточная пила по металлу JET 13" EVV создана для экономии времени и повышения производительности мастерской. Это реализуется с помощью поворотной головки, которая делает возможными 45-градусные правые и 60-градусные левые косыерезы, иными словами, быстрое резание под углом без изменения положения заготовки.



Рисунок 6 – Полуавтоматическая ленточная пила JET EVS

Вертикальный хонинговальный станок SET 300 YUM с шариковыми винтами и линейными направляющими, призванный повысить производительность и точность обработки. Преимущество вертикального хонинговального станка перед горизонтальным заключается в отсутствии необходимости второго шпинделя. В остальном характеристики устройств, а также применяемые контрольные системы и программное обеспечение не отличаются. Таким образом, не требуется дополнительных навыков по управлению новым устройством.



Рисунок 7 – Вертикальный хонинговальный станок SET 300 YUM

Несмотря на все качества вышеприведенных станков, ни один из них не застрахован от человеческого фактора, который в свою очередь делает много ошибок. Поэтому мне хотелось бы поговорить не только о станках, какие они есть сейчас, но и о том, какие они могут быть в будущем, на примере усовершенствования фрезерного станка в котором этот человеческий фактор будет сведен к минимуму.





Рисунок 8 – Пример перспективной разработки оборудования

«Зрячий станок» – это машина, которая будет, образно говоря, читать чертеж и в соответствии с ним изготавливать из грубого, бесформенного куска металла сложную, фасонную деталь.

За зоркий глаз этого станка можно взять фотоэлемент, способный, как известно, превращать световые лучи в электрический ток.

Технологический процесс данного станка будет заключаться в следующем. В специальную камеру закладывается кассета с чертежом изделия. Чертеж для такого станка будет представлять собой непрерывную ленту, которая передвигается в кассете станка (что-то наподобие перфоленты). По черной контурной линии чертежа движется световая точка. При малейшей ее попытке сойти с черной линии на белое поле световая точка станет ярче, и поэтому усилится освещение фотоэлемента, в нем появится более значительный электрический ток, чем был ранее. Но все же он будет ничтожно малым. Поэтому его придется далее пропускать через электронный усилитель почти такой же, как и в обычном радиоприемнике. Усиленный ток будет приводить в движение специальный механизм, который заставит световую точку вновь вернуться на черную линию.

С этим же механизмом будет связана шпиндельная головка, которая держит фрезу. Поэтому перемещение световой точки по контуру чертежа влечет за собой точно такое же перемещение фрезы по металлу. Это гарантирует высокую точность обработки детали, экономию времени, что в свою очередь обеспечит высокую производительность труда.

### ***Выводы.***

Использование данного станка будет актуальным во всех направлениях машиностроительной отрасли. Внедрение в производство подобных машин будет способствовать не только снижению трудозатрат, повышению

производительности труда, росту потребности в высококвалифицированных специалистах, но и развитию, росту экономики в целом.

### Литература

- 1 Сибикин, Ю. Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва : «Высшая школа», 2003
- 2 Бодрухин, С.С. Правила устройства электроустановок. Вопросы и ответы : Учебно-практическое пособие / С. С. Бодрухин. – Москва: КноРус, 2017
- 3 Михнюк, Т. Ф. Охрана труда: учеб.пособие / Т. Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007
- 4 Бабук, И. М. Экономика промышленного предприятия : учеб.пособие / И. М. Бабук, Т.А. Сахнович. – Москва: Инфра - М, 2013
- 5 Кацман, М. М. Электрические машины автоматических устройств: Учеб. пособие для электротехнических специальностей техникумов. – Москва: ФОРУМ ИНФА – М, 2002. – 264с.
- 6 Гольберт, О. Д. Испытание электрических машин. Учеб. для вузов / О. Д. Гильберт. – Москва: Высшая школа, 2000 – 255с.

### СЕКЦИЯ

### МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

УДК 621.331

#### Электроснабжение Белорусской железной дороги

*Учащиеся группы 68Э4б Усик А. В., Хломко И. С.,  
преподаватель спецдисциплин Щербак Л. С.*

*Филиал БНТУ «Минский Государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Были рассмотрены этапы развития Бел ЖД, общие вопросы электроснабжения Бел ЖД, изучена система электроснабжения тяговой подстанции «Помыслище».

Основная цель – это ознакомление учащихся специальности 2-36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования» с общими вопросами электроснабжения тяговых подстанций БелЖД и вопросами электроснабжения подвижного состава БелЖД. Задачи заключаются : на примере работы тяговой подстанции «» познакомить с принципами построения схем электроснабжения железной дороги, открыть для учащихся данной специальности перспективы применения своих знаний и умений в новой для них сфере работы.

**Основная часть.** Минская дистанция электроснабжения (ЭЧ-1) - важнейшее составное звено железнодорожной системы, выполняющей грузовые и пассажирские перевозки на территории Республики Беларусь, в составе Транспортного республиканского унитарного предприятия «Минское отделение Белорусской железной дороги». Дистанция обеспечивает электроснабжение железнодорожных объектов на участках Минск-Борисов, Минск-Молодечно, Минск-Талька, Молодечно-Гудогай, Молодечно-Богданов, Молодечно-Будслав и на узлах Минск и Молодечно.

Основные направления деятельности ЭЧ-1:

-обеспечение бесперебойного электроснабжения электроподвижного состава, устройств СЦБ, железнодорожных станций и узлов, других промышленных и сельскохозяйственных потребителей Минского отделения;

-контроль над расходом электроэнергии по видам потребления.

Для повышения качества и конкурентоспособности оказываемых услуг руководство ЭЧ-1 еще в 2006 году приняло решение о внедрении на предприятии системы менеджмента качества (СМК), соответствующей требованиям международного стандарта ISO 9001 и (или) его аналогу в Республике Беларусь – СТБ ИСО 9001.

Сегодня в область действия системы менеджмента качества ЭЧ-1 входит основная деятельность – производство электромонтажных работ по монтажу устройств электроснабжения.

В составе дистанции функционируют:

8 районов контактной сети (Беларусь, Уша, Руденск, Смолевичи, Борисов, Помыслище, Минск, Колядичи);

2 района электроснабжения (Минский, Молодечненский);

6 тяговых подстанций (Олехновичи, Руденск, Смолевичи, Борисов, Помыслище, Минск-Северный);

ремонтно-ревизионный участок;

участок учета и реализации энергии;

энергодиспетчерская группа.

Тяговые подстанции

Тяговая подстанция железной дороги — электроустановка для преобразования электроэнергии и питания электроэнергией электроподвижного состава и других потребителей на железной дороге.

Тяговая подстанция получает питание, как правило, от двух независимых источников, так как электрифицированные участки железной дороги — потребители первой категории. Допускается радиальное питание

тяговых подстанций от одного источника при условии, что оно осуществляется по двум ЛЭП.

В системе электроснабжения электрифицированных железных дорог преобразуют трехфазный переменный ток, получаемый от энергосистем, в однофазный переменный ток напряжением 27,5 кВ, 10 кВ или в постоянный ток напряжением 3,3 кВ.

Рассмотрим тяговую подстанцию «Помыслище». Год постройки 1977, полная мощность подстанции 80000 кВА. На тяговой подстанции располагается ОРУ-110 кВ, ОРУ-27,5 кВ, ЗРУ СЦБ-6 кВ, ЗРУ-10кВ тяговые трансформаторы и приборы контроля и учёта электрической энергии. Из перечисленных распределительных устройств ЭЧ-1 обслуживает ОРУ-110 кВ, ОРУ-27,5 кВ, ЗРУ СЦБ-6кВ, ЗРУ-10 кВ, тяговые трансформаторы и приборы контроля и учёта электрической энергии.

Электроснабжение приходит от линий ЛЭП-110 Курасовщина ТЭЦ-4 № 1 и ЛЭП-110 кВ Колядичи ТЭЦ-4 № 3 принадлежащих Минским электрическим сетям. Для отключения подстанции от линии 110 кВ имеются отделители ОД-110 и КЗ-110. Преобразование электрической энергии происходит с помощью 2-ух тяговых трёхобмоточных трансформаторов (110/27,5/10). На первой и второй секциях установлены тяговые трансформаторы ТДТНЖ-40000/110.

На ОРУ-27,5 кВ имеется 7 фидеров контактной сети, 3 фидера ДПР (два провода-рельс), 2 фидера собственных нужд, 4 фидера СЦБ. Для отключения фидеров смонтированы вакуумные выключатели ВВ (марка ВВН-27,5, ВВС-27,5 и ВБЭС-35). С помощью ТСН (марка ТМ-250/27,5, ТМ-400/27,5) напряжение преобразуется в 0,4 кВ и питает: собственные нужды, СЦБ (сигнализация, централизация, блокировка).

Для бесперебойной и автономной работы на тяговой подстанции имеются: аккумуляторные батареи, дизель-генератор. Аккумуляторные батареи - необслуживаемые марки DRYFIT типа SPzV-200 (62 штуки=200 А\*ч), обеспечивают бесперебойное питание в течении 24 часов напряжением 110 В. Дизель-генератор – марка ДГМА-48-1, мощность дизеля составляет 72 кВт, генератора – 93 кВА.

Защита всех присоединений осуществляется блоками БМРЗ, например: тяговые трансформаторы защищает БМРЗ-ТД, вводы и секции шин 27,5 кВ – БМРЗ-ФВВ, фидеров к/сети – БМРЗ-ФКС, фидеров ДПР – БМРЗ-ДПР. Защита ЗРУ СЦБ выполнена на БМРЗ-ФПЭ.

Панели управления тяговой подстанцией занимают достаточно большое помещение, где расположены ключи дистанционного управления коммутационными аппаратами. Кроме того, на пульте имеется сигнализация положения основных коммутирующих аппаратов, приборы контроля и учета электроэнергии, аппаратуры релейной защиты вводов, силовых трансформаторов, трансформаторов собственных нужд, стойки телеуправления и телесигнализации. Оперативная связь с энергодиспетчером осуществляется по телефону, селектору.

На железных дорогах нашей страны две системы электрической тяги: постоянного тока напряжением 3,3 кВ и переменного тока напряжением 27,5 кВ промышленной частоты 50 Гц. Система тяги определяется родом тока и значением напряжения в тяговой сети. Для обеих названных систем тяги создан и эксплуатируется разнообразный электроподвижной состав (ЭПС).

Одно и то же напряжение в тяговой сети при заданном роде тока можно получить несколькими способами, поэтому различают системы тяги и системы тягового электроснабжения, реализующие их. Под системой тягового электроснабжения понимают комплекс электротехнических устройств, предназначенных для получения напряжения, подаваемого в тяговую сеть.

В нашей стране используют три вида систем тягового электроснабжения: систему постоянного тока 3,3 кВ, систему однофазного переменного тока 27,5 кВ и систему однофазного переменного тока 2×25 кВ. Система тяги переменного тока 25 кВ реализуется при применении двух последних систем тягового электроснабжения.

Основным потребителем энергии в любой системе тягового электроснабжения является ЭПС, который может получить энергию, лишь подключившись к контактной сети при условии, что в контактную сеть уже подано напряжение.

Контактная сеть подразделяют:

1. По роду и номиналу напряжения:

переменного напряжения – 27,5кВ;

постоянного напряжения – 3,3кВ (в РБ всего 28 км).

2. по виду компенсации;

компенсированные ( $V > 70$  км/ч) – на перегонах;

полукомпенсированные ( $V = 50-70$  км/ч) – на станциях;

жёсткие ( $V < 50$  км/ч) .

3. по виду подвески:

ПБСМ-95+МФ-100 – главный пути;

ПБСМ-70+МФ-85 – боковые станционные пути.

где ПБСМ-95 – провод биметаллический сталемедный сечением 95 мм<sup>2</sup>;

МФ-100 – провод медный фасонный сечением 100 мм<sup>2</sup>.

Для оперативного управления и проведения ремонтных работ контактную сеть разделяют на отдельные секции и составляют схемы питания и секционирования. Для этих целей в контактной сети монтируют нейтральные вставки (для разделения фаз А и В), изолированные сопряжения, секционные изоляторы (ИСМ-1М) и секционные разъединители (РЛНДЗ-35-1000). В контактной сети используется трёхфазная система (фазы А и В подаются в провода, фаза С – рельс)

Рассмотрим схему питания и секционирования контактной сети на примере станции Минск-Северный. С тяговой подстанции Минск-Северный выходит 5 питающих фидеров Фл-1, Фл-2, Фл-3 (фаза А) и Фл-4, Фл-5 (фаза

В). Они между собой разделены нейтральной вставкой А-1, А-2, Б-1, Б-2, при проходе через которые не происходит межфазного замыкания. Мотор-вагонное депо питается фидером к/сети №1, фидер №2 питает чётные пути, №3 – нечётные. Для отделения путей монтируют секционные изоляторы и секционные разъединители (П-3-5 отделяет 3 и 5 пути, П-7-9 отделяет 7 и 9 пути).

Для отделения путей монтируют секционные изоляторы и секционные разъединители (П-3-5 отделяет 3 и 5 пути, П-7-9 отделяет 7 и 9 пути).

### ***Вывод***

В настоящее время электрическая тяга применяется на всех видах транспорта без исключения. Вызвано это высокой эксплуатационной надежностью электрического тягового двигателя, легкостью автоматизации управления, практически отсутствием вредного влияния на окружающую среду. Протяженность электрофицированных линий в РБ будет развиваться, существующие линии должны грамотно эксплуатироваться и ремонтироваться, связи с этим будущим техникам-электрикам предоставляется широкое поле деятельности в этой сфере. А для этого необходимо расширять свои знания и умения, на что и направлено данная презентация и реферат.

### ***Литература***

1 Фрайфельд, А. В. Проектирование контактной сети электрофицированных железных дорог / А.В. Фрайфельд, Б.Г. Поршиев. – М.: Транспорт, 2001. – 312 с.

2 Технический каталог «Низковольтные технические устройства», предприятие «Электроинжиниринг» / Москва : Энергоиздат, 2011. – 562 с.

3 Марквард, К. Г. Электроснабжение электрофицированных железных дорог / К.Г. Марквард. – М.: Транспорт, 1989. – 120 с.

УДК 621.31

**Эффективность внедрения системы по управлению на примере системы «Умный дом» организации «ЭлектроПолис» совместно с компанией Gira**

*Учащийся группы 77Э4к Чернухо В.В.,*

*преподаватель спецдисциплин Писарук Т.В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В статье кратко описаны основные варианты построения системы «Умный дом» и ключевые моменты создания защиты информации

данной системы. Выделены возможные угрозы и описана модель угроз системы защиты информации системы «Умный дом».

**Основная часть.** Умный дом - современный жилой дом, обустроенный высокотехнологичным оборудованием, управление которым позволяет обеспечить экономию затрат на обслуживание жизнедеятельности людей и увеличивает комфорт проживания людей. Все инженерные системы, телекоммуникационные системы, системы безопасности и вся бытовая техника объединены в домашнюю сеть. Все оборудование оснащено системой дистанционного управления.

Система «Умный дом» от компании Gira создается на основе протокола KNX/EIB. Обмен информацией между устройствами и питание всех устройств осуществляется через информационные кабели и кабели питания. Необходимость установки системы необходимо определить на этапе проектирования либо капитального ремонта здания, чтобы обеспечить успешную прокладку всех проводников для связи отдельных блоков системы. Система состоит из [большого числа датчиков, модулей](#) и другого оборудования и все это должно работать согласованно между собой и контролироваться из единого центра.

Установка Умного дома позволит не только значительно повысить уровень комфорта и безопасности проживания, но и значительно сократить расходы на потребляемые ресурсы.

Система позволяет согласовать работу и автоматизировать следующие системы:

- Система управления освещением;
- Система управления энергоснабжением;
- Система климат-контроля по помещениям;
- Система управления вентиляционной установкой;
- Система управления электроприводами (шторами, жалюзи, рольставнями и т.п.);
- Система визуализации на мобильных устройствах;
- Интеграция с системой видеонаблюдения, домофонией, охранной сигнализацией;
- Система контроля протечек;
- Система управления Мультирумом;
- Система управления оборудованием бассейна, хамам, сауной;
- Система сбора метеоданных.

Управление техническими функциями осуществляется посредством такого оборудования как:

- [Сценарные выключатели](#);
- Мобильные устройства (мобильный телефон на базе ОС IOS, Android или Windows, планшеты);
- Стационарная панель на стене;
- Настольный компьютер или ноутбук.

Дом способен адаптироваться к требованиям потребителя. Это обеспечивает не только ощутимый комфорт, но и высокий уровень безопасности.

В ходе анализа системы было установлено, что управление системой освещения, кондиционирования и вентиляции с помощью системы KNX/EIB позволяет уменьшить энергопотребление почти на 60%.

Однако, данная система не предусматривает подогрев воды и поддержание ее на оптимальном уровне температуры. Было предложено доработать систему посредством установки водонагревателей, оснащенных системой датчиков температуры, а также обладающих возможностью удаленно контролировать работу прибора со своего смартфона или планшета. Сделать это можно двумя способами — по Bluetooth или по Интернету из любой точки мира. А это значит, что настроить режим подогрева воды можно заблаговременно, а при возникшей необходимости легко изменить параметры с помощью приложения на смартфоне.

Внешне умные водонагреватели представляют собой компактные баки из эмалированной стали, корпус которых дополнен пластиковыми элементами. Внутренний бака имеет толщину порядка 1,8 мм, нагревательный элемент выполнен из меди, а мощность самого устройства составляет 1 500 Вт. Среднее время нагрева в зависимости от объема бака может составлять от 248 минут для бака на 100 литров до 71 минуты для 30-литрового бака.

### ***Выводы***

Была рассмотрена система «Умный дом».

Данная система позволяет осуществлять контроль и управления всеми системами жизнеобеспечения здания. Установка и использование системы контроля уменьшает энергопотребление, обеспечивает высокий уровень безопасности и увеличивает уровень комфорта потребителей.

Предложено доработать данную систему посредством установки водонагревательной установки, оснащенной системой дистанционного управления.

### ***Литература***

1 ГОСТ Р 51275-2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы воздействующие на информацию» [Электронный ресурс] – 2006. – Режим доступа:// <http://protect.gost.ru> – Дата доступа: 24.10.2018

2 Анализ систем автоматизированного управления умным домом // Молодой ученый [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.moluch.ru> – Дата доступа: 24.10.2018

3 Умный дом [Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://ru.wikipedia.org> – Дата доступа: 23.10.2018



УДК 621.311.22

**Инновационные решения по оптимизации работы филиала  
«Минская ТЭЦ-3» РУП «Минскэнерго»**

*Учащийся группы 77Э4к Собко И.В.,  
преподаватель спецдисциплин Писарук Т.В.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Была рассмотрена одна из инновационных технологий, которая применена в ходе реконструкции филиала «Минской ТЭЦ-3». Рассмотрено применение парогазовой установки ПГУ-230, достоинства и недостатки ее применения, а также особенности ее работы. Основными задачами станции, как филиала РУП «Минскэнерго», является выполнение доведенной плановой сметы затрат, снижение себестоимости произведенной продукции и максимальное ограничение роста затрат по всем направлениям.

**Основная часть.** Энергетический блок ПГУ-230 включает в себя парогазовую установку с двумя контурами давления пара, предназначенную для производства электроэнергии и тепла в базовом режиме работы. Основным и резервным топливом является природный газ.

В состав тепловой схемы ПГУ-230 входит следующее оборудование:

- газотурбинная установка типа GT13E2 производства ALSTOM с генератором типа 50WY21Z-095;
- горизонтальный двух контурный барабанный котел-утилизатор типа HRSG/DP 01.1/производства фирмы SES ENERGY Словакия;
- паровая турбоустановка типа Т-53/67-8,0 ЗАО «Уральский турбинный завод» с генератором типа ТФ-80-2УЗ;
- вспомогательное общеплочное оборудование;
- автоматизированная система управления технологическим процессом.

Исполнение тепловой схемы блока ПГУ-230 ТЭЦ-3 позволяет обеспечить эксплуатацию блока во всех режимах – пусковых, работы под нагрузкой, остановочных и аварийных. Вспомогательное оборудование и система трубопроводов обеспечивают надежность основного оборудования и максимально увеличивают допустимую скорость пуска, останова и изменения нагрузки.

Главная электрическая схема энергоблока ПГУ-230 состоит из двух частей: газотурбинной установки и 1ГТ и паросилового блока 2ГТ. Генератор блока 1ГТ мощностью 180 МВт и генератор 2ГТ мощностью 63 МВт работают

автономно через блочные трансформаторы и выключатели 110 кВ непосредственно на шины 110 кВ. Связь с энергосистемой осуществляется на напряжении 110 кВ через ОРУ 110 кВ, выполненное по схеме двойной секционированной системы шин с обходной. На генераторном напряжении обоих блоков устанавливаются генераторные выключатели. Синхронизация и включение генераторов в сеть осуществляется на генераторных выключателях. Питание рабочих вводов 6 кВ собственных нужд энергоблока осуществляется от трансформатора 16 МВт, подключенного к генератору 1ГТ. Для резервного электроснабжения собственных нужд блока устанавливается трансформатор 1ТР мощностью 25 МВ x А, подключённый к шинам 110 кВ. Кроме того, предусмотрена возможность резервирования потребителей 6 кВ от резервной системы шин действующей ТЭЦ. Рабочее питание потребителей собственных нужд 0,4 кВ энергоблока осуществляется от трёх трансформаторов напряжением 6/0,4 кВ. Для резервирования потребителей 0,4 кВ предусмотрены два трансформатора.

Преимущества ПГУ:

1. Парогазовые установки позволяют достичь электрического КПД более 60 %. Для сравнения, у работающих отдельно паросиловых установок КПД обычно находится в пределах 33-45 %, для газотурбинных установок – в диапазоне 28-42 %.

2. Низкая стоимость единицы установленной мощности. Парогазовые установки потребляют существенно меньше воды на единицу вырабатываемой электроэнергии по сравнению с паросиловыми установками.

3. Короткие сроки возведения (9-12 мес.).

4. Нет необходимости в постоянном подвозе топлива ж/д или морским транспортом.

5. Компактные размеры позволяют возводить непосредственно у потребителя (завода или внутри города), что сокращает затраты на ЛЭП и транспортировку эл. энергии.

6. Более экологически «чистые» в сравнении с паротурбинными установками.

Недостатки ПГУ.

По каждому из недостатков были рассмотрены мероприятия, которые позволили бы минимизировать отрицательных эффект.

1. Необходимость осуществлять фильтрацию воздуха, используемого для сжигания топлива.

Для уменьшения затрат на приобретение данных фильтров за границей возможен вариант наладки производства на территории Республики Беларусь собственных фильтров на одном из промышленных предприятий республики, что в свою очередь позволит удешевить их стоимость и отпадёт необходимость их приобретения за рубежом.

2. Ограничения на типы используемого топлива. Как правило, в качестве основного топлива используется природный газ, а резервного – дизельное топливо. Применение угля в качестве топлива возможно только в

установках с внутрицикловой газификацией угля, что сильно удорожает строительство таких электростанций. Отсюда вытекает необходимость строительства дорогих коммуникаций транспортировки топлива – трубопроводов.

### 3. Сезонные ограничения мощности.

В связи с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС, по режимам работы РУП “ОДУ”, сезонные ограничения мощности выработки электроэнергии блока ПГУ будет только уменьшаться и без применения мероприятий по режимной интеграции атомной станции приведут работу блока к эксплуатации на техническом минимуме.

### 4. Максимальная производительность в зимнее время.

Учитывая вышесказанное в пункте 3 максимальная производительность блока ПГУ в отопительный период также будет зависеть от регламентированных РУП “ОДУ” режимов работы.

## **Выводы**

1. В процессе прохождения практики были изучены основные составляющие оборудования филиала «Минская ТЭЦ-3» РУП «Минскэнерго», а именно инновационное оборудование.

2. Были рассмотрены составляющие блока ПГУ-230 «Минской ТЭЦ-3».

3. Проанализированы недостатки ПГУ-230 и рассмотрены возможные пути минимизации отрицательного эффекта.

## **Литература**

1 Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов - М.: Издательство МЭИ, 2002.- 584 с.

2 Попырин, Л.С. Обоснование вида структурной схемы конденсационных парогазовых установок с учетом надежности / Л.С. Попырин, Г.А. Волков, М.Д. Дильман // Известия Академии наук. Энергетика, № 3, 2000. С 167-175

3 Виноградов, А. Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии / А. Виноградов, А. Григорьев // Газотурбинные технологии. [Электронный ресурс] – 2004. – Режим доступа: <https://studbooks.net> – Дата доступа 24.10.2018г.

4 Волкова Е. Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПГУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций / Е. Волкова, Т. Новикова // Газотурбинные технологии. [Электронный ресурс] – 2004. – Режим доступа: <https://studbooks.net> – Дата доступа 24.10.2018г.

## **Факторы, влияющие на возникновение зрительного дискомфорта и методы его измерения**

*Учащиеся группы 73ЭЗб Босько В.М., Осипчик Е.А.,  
преподаватель спецдисциплин Писарук Т.В.  
Филиал БНТУ «Минский Государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Существуют методы учета зрительного утомления, такие как метод учета числа миганий в единицу времени (Кац), метод учета ясного виденья (Ферри и Рэнд), метод устойчивости ясного виденья и метод измерения коэффициента ослеплённости в течении работы.

Основная цель работы – исследование дискомфорта осветительных установок с учетом современных эксплуатационных условий. Задачи работы заключаются в исследовании дискомфорта осветительных условий, в нахождении зависимости дискомфорта от различных факторов.

**Основная часть.** Основное назначение искусственного освещения состоит в создании условий, позволяющих глазу человека выполнить необходимую зрительную работу. Поэтому рациональные осветительные условия и способы освещения устанавливаются в соответствии со свойствами и характеристиками зрительного аппарата человека.

Существует ряд недостатков осветительных приборов, которые оказывают негативное воздействие на орган зрения человека, что приводит к ухудшению его работоспособности: мерцание, интенсивность освещения, оттенок света, световые блики, светотени [1].

Все выше перечисленные недостатки могут привести к появлению блескости в поле зрения, ощущению неудобства или напряжения, зрительному утомлению, дискомфорту, астенопии.

Слепящий эффект зависит от силы света блеского источника, а дискомфорт от его яркости и контраста с фоном.

В качестве критерия количественной оценки дискомфорта принимается учет времени пребывания в данном осветительном режиме, необходимого для того, чтобы испытуемый начал испытывать чувство дискомфорта. Чем больше времени потребуется до начала появления ощущения дискомфорта, тем лучше осветительный режим. Рассматривалось исследование трех систем освещения (прямого, отраженного и рассеянного света). Система рассеянного света дала результаты средние между прямым и отраженным светом из-за резкого различия в распределении яркостей.

В ходе исследования был сделан вывод, что дискомфорт зависит от:

1. условий распределения яркости в поле зрения наблюдателя;
2. соотношения яркостей адаптации и пятна повышенной яркости;
3. телесного угла по отношению к глазу наблюдателя;

4. определяется и углом действия блескового источника.

Снижение работоспособности в результате длительного различения объекта предполагает понижение производительности труда.

Точная зрительная работа наблюдается в течении первых 1,5-2 часов работы и в последствии снижается до 15-20% от начального значения.

Были рассмотрены следующие пути решения проблемы по уменьшению потерь производительности труда:

1.Правильная организация труда и отдыха.

2.Дополнительные перерывы во время интенсивной работы.

3.Улучшение контраста между элементами задания, и других переменных параметров, связанных с заданием или оператором, при этом уменьшая общий уровень освещенности, если существует ограничение на освещенность, которую можно обеспечить.

4.Применение, преимущественно, прямой системы освещения.

Анализ приведенных исследований позволяет констатировать:

1.Наличие предполагаемого соответствия между зрительным утомлением и производительностью труда.

2. Большую целесообразность применения первого осветительного варианта,несмотря на повышенную неравномерность распределение яркости в поле зрения. Получившийся вывод объясняется значительной разницей в яркостях основных участков рабочего места в первом и во втором вариантах.

3.Зависимость зрительного утомления не только от распределения яркости в поле зрения, но так же и от абсолютного уровня яркости рабочей поверхности.

### ***Выводы***

1. При анализе многочисленных опытов по выявлению зрительного дискомфорта, выяснили, что в ходе длительной зрительной работы возникает неудобство, напряжение, а в следствии, ощущение дискомфорта, зависящего от силы света блескового источника. Сам же дискомфорт – от его яркости и контраста с фоном.

2. Ощущение дискомфорта зависит не только от количества миганий в единицу времени, освещенности на зрачке, создаваемой блеским источником, но определяется и углом действия блескового источника

3. Необходимо особенно внимательно относиться к выбору распределение яркостей в поле зрения при высоких уровнях освещенности.

### **Литература**

1.Тищенко, Г.А. Осветительные установки / Г. А. Тищенко. – Москва : Высшая школа, 2011. – 247 с.

2. Мешков, В.В. Осветительные установки / В.В. Мешков. – Москва : Государственное энергетическое издательство, 2006. – 133 с.

3. Виды производственного освещения и его нормирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bgdstud.ru/podborka-lekczij-po-bzhd/21-lekcii-po-bezopasnosti-zhiznedeyatelности/1090-vidy-proizvodstvennogo-osveshheniya-i-ego.html>, – Дата доступа: 03.11.2018.

4. Астенопия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Астенопия>– Дата доступа: 03.11.2018.

5. ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение

УДК 621.311.42

### Система заземления трансформаторных подстанций

*Учащийся группы 75Э4б Тарасовец В.О.,  
преподаватель спецдисциплин Маслова Ю.П.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Были изучены методы и способы прокладки, особенности проектирования и монтажа системы заземления КТП. Рассмотрены вопросы по правильной эксплуатации и особенности, по разработке и монтажу контуров заземления. Было подробно рассмотрено и изучено заземление КТП, на опытном примере ТП ЛЦ-2(литейный цех №2) ОАО «МТЗ».

**Основная часть.** Заземление – это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Используемая система заземления на ЛЦ-2 – TN-S. Система с глухозаземленной нейтралью, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всём её протяжении.

Заземление КТП. Внешний и внутренний контур заземления. Заземляющая шина.

Фактически во всех случаях, заземления КТП, предусматривает собой замкнутый контур из вертикально углубленных, минимум на полметра, заземлителей, соединённых между собой горизонтальным заземлителем. Все соединения должны осуществляться методом сварки.

К обустроенному заземляющему устройству, подсоединены все металлические корпуса оборудования подстанции. Некоторое оборудование, например шкаф РУНН, имеют, предусмотренное заводом изготовителем, специальное место заземление.

Для подсоединения к заземляющему устройству, использовали заземляющую шину. Шина заземления прокладывают в каждой камере по

периметру и соединяют с шинами в соседних помещениях. Она же и является внутренним контуром заземления.

Монтаж заземляющей шины(внутреннего контура заземления)

Разработка схемы заземления

По чертежам обозначают место прохождения шины через стены. Если же имеется тех-подполье, то в целях заземления кабельных конструкций, шину могут прокладывать через пол.

Подготовка к монтажу

Размечают места крепления шин, высверливаются отверстия в стенах или полу (отверстия подбираются относительно трубчатых гильз, подобранных под размер шины заземления). Гильзы устанавливают в готовые отверстия и закрепляют при помощи строительного раствора. Подготавливают шину и ее концы, относительно ее расположения.

Монтаж и установка шин

Монтаж наружного контура ТП выполняют по указаниям чертежей проекта: размерные привязки, тип и размер используемых горизонтальных и вертикальных заземлителей. До монтажа вертикальных заземлителей места их установки сверяют с ситуационным планом наружных сетей и проверяют отсутствие сетей снабжения (электрические, водопроводные, газопроводные и т. д.)

Места сварных соединений зачищают и покрывают краской

Горизонтальные заземлители прокладывают в земле на глубине 0,5-0,7 м от поверхности.

## **Проблемы, связанные с монтажом и эксплуатацией заземления ТП**

### **1. Высокое сопротивление заземления**

Обычно, в работах с заземлением, делают контур из уголка 40\*40 или 50\*50. После монтажа штыревого заземления, замеры сопротивления могут показать достаточно большие значения.

*Первое*, о чем можно подумать, почему так происходит, это банально забыть очистить электрод от транспортировочной пленки, перед монтажом.

*Второе*, нужно время, чтобы грунт уселся. Между электродом и грунтом могут образоваться воздушные зазоры, к тому же усилие воздействия грунта на электрод, влияет и на его сопротивление.

*Третье*, у грунта разное удельное сопротивление, и в таких случаях, углублять электроды необходимо до достижения нужного значения сопротивления.

### **2. «Сезонность» - увеличение сопротивления заземления в зимний сезон.**

Промерзание грунта в зимний сезон, может повлиять на сопротивление грунта не в лучшую сторону. Так как заземлитель представляет собой «мостик холода», его длины будет недостаточно, чтобы на глубине в земле был участок заземления, до которого по металлу заземлителя, температура «ноль» и ниже, не дошла бы. Замерзающая влага вокруг заземлителя постепенно значительно

ухудшит показания заземления, вплоть до того, что как токовое заземление перестанет работать и его эксплуатация станет попросту опасной.

Замена грунта на специальный, более устойчивые к промерзанию смеси с графитом, коксом, бентонитом, заливка стержневых электродов. Утепление поверхности грунта.

3. Разрушение электродов, заземляющего устройства. Маленький срок службы заземления. Преждевременное старение.

Большая площадь трубы или уголка, несомненно, хорошо повлияет на сопротивление заземления, но и гнить оно будет в два раза быстрее.

Обязательно нужно защищать места сварки от коррозии. Применяется электролитная обработка. Данное мероприятие позволит защитить электрод от разрушения, повысить сопротивление, а также может препятствовать промерзанию электродов.

Для коррозии необходим кислород, которого под землей ограниченное количество, поэтому монтаж контура необходимо производить на глубине, а не на поверхности

В общем случаи, применяется глубинный заземлитель, дополнительное углубление электродов, или увеличение их количества.

### ***Выводы***

1. Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов.

2. В проекте монтажа ТП предусмотрен наружный и внутренний контур заземления. Проектом обозначены: места прокладки шин заземления и их тип; точки присоединения устройств к контуру; точки ввода в здание; размерные привязки

Однако на предприятиях такого типа как ОО «МТЗ», выбирают наиболее оптимальный способ заземления, исходя из расчётов экономической целесообразности. Выбираются более дешёвые материалы, тем самым понижая надёжность заземления в целом. К тому же, учитывается акцент и на стоимости работ по монтажу.

Но учитывая важность в вопросах безопасности и вопросов правильной эксплуатации КТП, в скором времени, более совершенные и надёжные способы заземления, будут широко использоваться на всех типах производства.

### ***Литература***

1. Шубаков, Т.А. Монтаж типовых городских трансформаторных подстанций / Т.А. Шубаков, К.В. Шубаков – Минск : РИВШ, 2008. – 84с.



2. Радкевич, В.Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие / В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 84с.

3. ТКП 339-2011 (02230) Устройства распределительные и трансформаторные подстанции.

4. Схема контура заземления КТП – особенности монтажа [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://bgdstud.ru/energobezopasnost/1234-sxema-kontura-zazemleniya-ktp-osobennosti-montazha.html> - Дата доступа 08.11.2018.

УДК 621.37

### **Средства компенсации реактивной мощности**

*Учащийся группы 69Э4б Авижонис Д.Г.,  
преподаватель спецдисциплин Лавцевич Е.В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Были рассмотрены основные потребители реактивной мощности на предприятиях. Задачи работы заключаются в исследовании влияния реактивной мощности на элементы системы электроснабжения и средств ее компенсации. Сущность компенсации реактивной мощности представлена в виде векторной диаграммы. Рассмотрены условия, при которых предприятие не нуждается в компенсации. Перечислены мероприятия по снижению реактивной мощности без применения компенсирующих устройств. Так же приведены устройства с помощью которых осуществляется искусственная компенсация. Изучен метод регулирования реактивной мощности с помощью конденсаторных установок. Рассмотрено устройство автоматических конденсаторных установок. Преимущества компенсации реактивной мощности.

#### **Основная часть. Потребители реактивной мощности. Сущность компенсации реактивной мощности**

В настоящее время на промышленных предприятиях имеются потребители электроэнергии, которые помимо активной потребляют реактивную мощность, необходимую для создания магнитного поля. Передача реактивной мощности по электрическим сетям снижает пропускную способность линий и трансформаторов по активной мощности и приводит к возникновению дополнительных потерь активной мощности и трансформатора, что в свою очередь вызывает повышенный расход электроэнергии по предприятию. В условиях постоянного роста тарифов на электроэнергию все предприятия нуждаются в проведении мероприятий, снижающих потребляемую реактивную мощность до оптимального значения.

Исключением являются объекты, приравненные к промышленным (местные тепловые станции, котельные, насосные), если в нормальном режиме работы расчетная мощность компенсирующего устройства на каждом рабочем вводе не превышает 15квар [2].

Представление о сущности компенсации реактивной мощности дает векторная диаграмма, представленная на рис.1. До компенсации потребитель потребляет активную мощность  $P_1$  – вектор  $OB$  и реактивную мощность  $Q_1$ – вектор  $BA$ . Вектор  $OA$  - полная потребляемая мощность  $S_1$ . Если включить параллельно нагрузке компенсирующую установку  $Q_{ку}$ – вектор  $AA'$ , то при той же потребляемой активной мощности  $P_1$  реактивная мощность потребителя уменьшается на величину  $Q_1 - Q_{ку}$ , а полная мощность  $S_2$  станет меньше  $S_1$ . При этом ток в сети также снизится. В результате использования компенсирующей установки (КУ) при том же сечении проводов можно повысить пропускную способность сети по активной мощности.

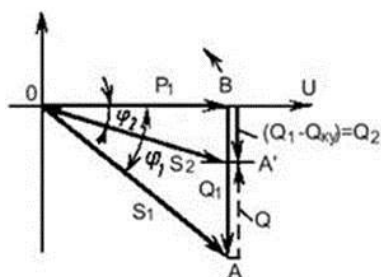


Рисунок 1 - Векторная диаграмма компенсации реактивной мощности

Одна из мер снижения реактивной мощности является естественная компенсация, т.е. без применения специальных компенсирующих устройств. К ней относятся: выравнивание графика нагрузки, замена трансформаторов и другого электрооборудования старых конструкций на новые, замена малозагруженных трансформаторов и двигателей трансформаторами и двигателями меньшей мощности и их полная загрузка, применение синхронных двигателей вместо асинхронных, ограничение продолжительности холостого хода двигателей и сварочных трансформаторов, сокращение длительности пуска крупных ЭП, улучшение качества ремонта электродвигателей, отключение при малой нагрузке части силовых трансформаторов.

При искусственной компенсации применяют специальные компенсирующие устройства, являющиеся источниками реактивной энергии емкостного характера. К ним относятся: конденсаторные батареи (КБ), синхронные двигатели, вентильные статические источники реактивной мощности (ИРМ).

Максимальный эффект от компенсации реактивной мощности достигается внедрением автоматизированных конденсаторных установок. Они используются на сотнях предприятий в Беларуси и за рубежом. В их числе

“ПО Беларуськалий”, “Белорусский металлургический завод”, “Минский моторный завод”, “Гродно Азот”, “Керамин”, “Санта-Бремор” и многие другие [3].

### ***Выводы***

- Компенсация реактивной мощности приводит к:**
- уменьшению потерь активной мощности и энергии в элементах сети электроснабжения и как следствие, снижению расходов по оплате электроэнергии;
  - повышению коэффициент мощности до требуемой величины;
  - передаче большей мощности через существующую электрическую сеть.

### ***Литература***

- 1 Радкевич, В.Н. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебн. пособие./В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В.Колосова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 589 с.
- 2 ТКП 45-4.04-149-2009 Компенсация реактивной нагрузки
- 3 Компенсация реактивной мощности в электрических сетях предприятия [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.web-energo.by/page.php?form\\_id=577](http://www.web-energo.by/page.php?form_id=577)–Дата доступа: 01.11.2018.

УДК 621.317

### **Современные методы диагностики электрооборудования в условиях производства**

*Учащийся группы 68Э46 Переходюк Д.В.,  
преподаватель спецдисциплин Тозик Е.Ф.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Суть работы заключается в изучении метода диагностики, а также устройств для его осуществления. Рассмотрен современный метод диагностики электрооборудования на предприятии - бесконтактный. При использовании любого устройства важным фактором являются условия. Выделены достоинства метода и преимущества использования приборов для его осуществления. Названы основные причины необходимости использования современных приборов и методов диагностики.

**Основная часть.** Диагностика электрооборудования — комплекс средств и методов, призванных определить техническое состояние и найти неисправности.

Диагностика электрооборудования позволяет, используя современные приборы, определять состояние оборудования, не прибегая для этого к его «глубокой» разборке. Благодаря своевременному проведению диагностирования можно контролировать степень надежности электрооборудования, уменьшая при этом расходы на его эксплуатацию и ремонт. Бесконтактный метод диагностики позволяет ускорить процесс обнаружения повреждений, выявить опасные места, которые подлежат ремонту, не останавливая производство.

На любом промышленном предприятии в обязательном порядке должно периодически осуществляться диагностирование электрооборудования. Благодаря этому появляется возможность избежать несчастных случаев и выхода из строя дорогостоящего оборудования.

Тепловой неразрушающий бесконтактный метод контроля — надежный и эффективный способ проверки и устранения недостатков эксплуатации тепломеханического и электрооборудования, возможность избежать аварий и пожаров. Применяя инфракрасную диагностику при проведении планового технического обслуживания оборудования позволяет избежать нежелательных простоев из-за отказов оборудования.

Применение тепловизионной диагностики основано на том, что наличие практически всех видов дефектов оборудования вызывает изменение температуры дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного (ИК) излучения, которое может быть зарегистрировано тепловизионными приборами — тепловизорами.

Достоинства и преимущества по сравнению с традиционными испытаниями:

- достоверность, объективность и точность получаемых сведений;
- безопасность при проведении обследования оборудования;
- не требуется отключение оборудования;
- не требуется подготовки рабочего места;
- большой объем выполняемых работ за единицу времени;
- возможность определения дефектов на ранней стадии развития.

Распределение электрической энергии осуществляется с помощью проводов и кабелей, большая часть которых расположена в металлоконструкциях, каркасах, деревянных балках, в стенах, полах, потолках и перегородках, что затрудняет их обслуживание. На предприятии для этого используется Металлодетектор ручной **BOSCH DMF 10 Zoom Professional**.

Детектор обнаруживает и различает черные и цветные металлы в стенах и потолках, что позволяет не повредить водопроводную трубу или электропроводку во время сверления, к тому же, детектор не требует дополнительной настройки, т.к. калибровка проводится за несколько

секунд автоматически при каждом включении. При обнаружении искомого материала световой индикатор DMF 10 ZOOM меняет цвет и оповещает пользователя звуковым сигналом, а результаты поиска выводятся на жидкокристаллический дисплей, что облегчает получение информации.

Использование этого прибора значительно облегчает ремонтные и реставрационные работы.

### ***Выводы***

Использование современного метода диагностики электрооборудования позволяет выявлять дефекты на ранней стадии зарождения, прогнозировать сроки и объем ремонтных работ, сократить затраты на техническое обслуживание, повысить надежность и безопасность эксплуатации сложного электрооборудования и систем электроснабжения.

### ***Литература***

1 Браун, М. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления / М.Браун, Д. Раутани, Д.Пэтил - Додека XXI век, 2007.-253с.

2 Михеев, Г Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования / Г. Михеев - ДМК Пресс, 2017. - 298с.

3 Монтаж электрооборудования. Справочник / РадиоСофт, 2014. – 202 с.

4 Совершенствование системы испытаний. Атлас технологий периодических испытаний реле / Ленанд, 2017. - 96с.

5 Техническая диагностика и методы технической диагностики электрооборудования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.web-electricalschool.info/main/ekspluat/1735-tekhnicheskaja-diagnostika-i-metody.html> – Дата доступа: 01.11.2018

УДК 621.316

### **Электрооборудование и электроснабжение цеха ремонта грузовых автомобилей ООО Автомобильный дом «Энергия ГМБХ»**

*Учащийся группы 69Э4к Украинцев Д. И.,  
преподаватель Данилетская О. В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Основная цель работы – изучение схем электроснабжения цеха ремонта грузовых а/м, ознакомление с электрооборудованием цеху.

**Основная часть.** Во время прохождения практики в ООО Автомобильный дом «Энергия ГМБХ» работал техником электриком, в цеху ремонта грузовых а/м. Электроснабжение цеха начинается с двухтрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ мощностью 2\*250 кВА, далее электроэнергия поступает в ВРУ и распределяется к РП-1 и РП-2, затем ЭЭ поступает к потребителям. В данном цеху применена радиальная схема электроснабжения с применением особого типа укладки кабелей и проводов для обеспечения безопасного электроснабжения силового электрооборудования.

Станок токарно-винторезный 1П611 — универсальный и используется для изготовления деталей круглой формы с применением центров или в патроне. На деталях получают различные виды резьб (метрические, трубные, круглые). Станок 1П611 при обработке деталей обеспечивает повышенный класс точности.

Балансировочный станок, балансировочная машина — это оборудование, включающее в себя механическую часть, состоящую из станины, привода и опор для установки балансируемого ротора, и измерительный прибор, измеряющий параметры вибрации или сил, и определяющий место и величину неуравновешенности вращающегося ротора. Некоторые станки имеют приспособления для автоматической корректировки масс.

Балансировочный станок используется в процессе балансировки вращающихся деталей различных машин — роторов электродвигателей и турбин, валов, муфт, винтов, гироскопов и т.д. Также балансируют патроны фрезерных станков, это позволяет снизить вибрацию, и что даже более важно предотвратить поломку шпинделя, связанную с дисбалансом на больших скоростях.

Станок, как правило, состоит из одной или двух опор, в которые помещается балансируемое изделие, привода для его вращения и измерительного устройства с индикацией. В процессе балансировки при вращении изделия датчиками регистрируется вибрация (виброскорость, виброперемещение или виброускорение) либо давление (в зависимости от типа станка). Данные, полученные таким образом, позволяют определить место и величину неуравновешенности детали

Заточной станок (разг. электроточило) — станок для затачивания режущего инструмента.

Спектр заточных станков варьируется от крупных промышленных станков для твердосплавного инструмента до маленьких, используемых в домашних мастерских. Примеры затачиваемого инструмента: зенкеры, развёртки, метчики, плашки, фрезы, фрезерные головки, свёрла, фасонные резцы, ножи, ножницы, шпатели или скребки, топоры.

Станки подразделяются на универсальные, предназначенные для затачивания режущих инструментов различных видов, и специализированные — для затачивания инструментов только одного вида.

Универсальные станки комплектуются нормальными и специальными приспособлениями, служащими для установки и закрепления режущего инструмента.

### **Выводы**

В процессе прохождения производственной технологической практики научился определять и решать проблемы в работе силового оборудования. А так же выполнять наладочные работы, заменять более устаревшее оборудование на новое.

### **Литература**

- 1 Куско, А.М. Качество энергии в электрических сетях / А.М. Куско - М.: Высшая школа, 2008. – 178 с.
- 2 Свириденко, Э.А. Основы электротехники и электроснабжения / Э.А. Свириденко - Минск: Дизайн ПРО, 2008. – 105 с.
- 3 Правило устройства электроустановок - М.: Седьмое издание, ЭНАС, 2015.
- 4 Быстрицкий, Г.Ф. Общая энергетика: Энергетическое оборудование ч.2 / Г.Ф. Быстрицкий – Москва: Юрайт, 2018. - 298 с.
- 5 Беляев, А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей до 0.4 кВ / А.В. Беляев - Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 2009. – 189 с.
- 9 ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
- 10 ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

УДК 621.317.7

### **Эксплуатация приборов релейной защиты, электро-измерительных приборов, устройств автоматики, телемеханики и связи**

*Учащийся группы 69Э4к Дроздович А.В.,  
преподаватель Данилетская О. В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Основная цель работы – изучения специфики эксплуатации и устройства

приборов релейной защиты, электроизмерительных приборов, автоматики, связи и телемеханики во время **прохождения производственной технологической практики в электросиловом цеху по рабочей специальности электромонтёра.**

Задача работы заключается изучения эксплуатации и устройства приборов релейной защиты, электроизмерительных приборов, автоматики, телемеханики и связи на производстве (Локомотивное депо «Минск» УП «Минское отделение Белорусской железной дороги»).

**Основная часть.** В процессе эксплуатации приборов, предназначенных для учета, измерения устройств релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи, происходит постепенный износ рабочих элементов, деталей, старение и снижение качества изоляции и ухудшение контактных соединений. При отсутствии надлежащего обслуживания указанных приборов и устройств возможен неправильный учёт и измерение, срабатывание защиты и телемеханики, отсутствие связи и как результат этого - авария в энергосистеме и электроустановках. Поэтому обслуживание приборов и устройств защиты, автоматики, телемеханики и связи поручают только специально обученному персоналу, которому передают для руководства необходимые эксплуатационные инструкции с паспортами приборов. Такие инструкции разрабатывает наладочная организация и передает службе эксплуатации при приёмке вновь смонтированных приборов и этих устройств.

При эксплуатации следят за тем, чтобы вблизи места установки приборов не производились работы, вызывающие сотрясения приборов и устройств (ложные действия и отказ в работе). Аппараты открытого исполнения устройств и приборы периодически очищают от пыли и подвергают плановым проверкам в соответствии с нормами и сроками проведения профилактических испытаний и заводских инструкций. Большое значение, обеспечивающее правильную работу приборов и устройств, имеет надежность контактных соединений в местах подключения, и этому обстоятельству необходимо уделять самое серьезное внимание. Если при эксплуатации обнаруживают какие-либо неисправности, то приборы передают специализированным организациям, которые производят их ремонт, наладку и регулировку. Об обнаруженных неисправностях обслуживающий персонал заносит соответствующую запись в журнал эксплуатации, находящийся у дежурного персонала.

Электроизмерительные приборы периодически проверяют в следующие сроки: щитовые приборы, по которым поддерживается установленный режим работы основного оборудования, один раз в три года; остальные щитовые приборы один раз в пять лет; переносные приборы один раз в два года; образцовые приборы один раз в год.

При эксплуатации приборов релейной защиты следят, чтобы вблизи места их установки не производились работы, которые могут вызвать



сотрясение приборов. Сотрясения приборов могут служить причиной ложных действий и отказа в работе.

Аппараты защиты открытого исполнения периодически очищают от пыли. Эту работу поручают персоналу, обслуживающему устройства релейной защиты.

Приборы релейной защиты не реже одного раза в 3 года подвергают плановым проверкам. Проверки производят на основе специальных инструкций или по указаниям заводов-изготовителей.

Электроизмерительные приборы - это специальное оборудование, предназначенное для измерения и контроля напряжения, величины тока и сопротивления в электросети. Использование электроизмерительных приборов позволяет не только составить отчет о производительности и эксплуатационных характеристиках электроприборов, подключенных к электросети, но и своевременно определить отклонения в их работе, что дает возможность избежать появления неисправностей. В данную категорию включают такие приборы, как счетчик электрический трехфазный, вольтметры, тестеры, образцовые электроизмерительные устройства, а также щитовые приборы.

Первоначально устройства автоматики применялись в энергетике главным образом для выполнения функций защиты тех или иных элементов от действия сверхтоков, возникающих в момент повреждения. Впоследствии автоматические устройства, предназначенные для защиты элементов электрических систем при авариях и электромагнитных переходных процессах возникающих при этом, стали называться устройствами релейной защиты.

В отличие от устройств релейной защиты, действие которых носит локальный характер и ограничивается, как правило, одним или несколькими присоединениями, системной автоматике присущ чаще всего глобальный характер действия и влияние на энергосистему с охватом большего числа присоединений и достаточно большого района энергосистемы.

Действие устройств автоматики распространяется на контроль и регулирование режимных параметров энергосистемы, таких как уровни напряжения в заданных узлах, активные и реактивные мощности отдельных генераторов и синхронных компенсаторов, частота напряжения и других. Они применяются в тех случаях, когда требуется более высокая скорость реакции, чем у человека, а так же для выполнения задач по восстановлению параллельной работы электростанций и электроснабжения потребителей.

Железнодорожная автоматика и телемеханика способствует увеличению пропускной способности, повышению производительности труда, обеспечению безопасности движения поездов, совершенствованию методов обслуживания, улучшению условий и культуры труда железнодорожников.

Устройства АТС (автоматическая телефонная станция) позволяют с наибольшей эффективностью пользоваться всем комплексом технических

средств железнодорожного транспорта, обладая высокими показателями технической, экономической и эксплуатационной эффективности.

Средства автоматики, телемеханики и связи заменяют труд человека при управлении и контроле производственными процессами.

**Выводы.** В процессе прохождения практики был обучен производить монтаж релейной защиты. Улучшил навыки в чтении электрических схем. Выполнял рабочие процессы, входящие в обязанности электромонтёра. Изучил специфику и устройства каждого вида прибора. Правильно эксплуатировать приборы. Научился обнаруживать неисправности приборов.

## Литература

- 1 Овчаренко, Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем / Н.И. Овчаренко – Москва : Высшая школа, 2008. – 251с.
- 2 Шнеерсон, Э. М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон - М. : Энергоатомиздат, 2007. –549с.
- 3 Жила, В.А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: Учебник / В.А. Жила. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 312 с.
- 4 Червонный, А.Л. Реле и элементы промышленной автоматики / А.Л. Червонный. - М.: Радио и связь, 2012. – 150 с.
- 5 ГОСТ 22261-82 (СТ СЭВ 3206-81) Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- 6 СТБ ГОСТ Р 52322-2007 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2.
- 7 СТБ ГОСТ Р 52323-2007 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2 S и 0,5 S.
- 8 СТБ ГОСТ Р 52425-2007 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии.
- 9 ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
- 10 ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

## СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 62-213.2

### Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус А5.01.0037.00.01» на базе металлообрабатывающего предприятия ООО «ТимерТех Групп»

*Учащийся группы 54Т4б Дидок Р.А., преподаватель  
специализации Старотиторова Я.В.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация** – исследование является актуальным, по причине модернизации и изменения технологического процесса изготовления детали «Корпус А5.01.0037.00.01» с целью сокращения времени ее производства и увеличения экономической ценности. Рассматриваемый вопрос актуален по причине использования новейшего японского токарно-приводного станка «Okuma Genos L-400 E\M», который изобретался для использования на международном уровне. Цель данного исследования – модернизация технологического процесса детали «Корпус А5.01.0037.00.01» и выполнения радиально-сверлильных, резьбонарезающих работ на данном станке с помощью приводных блоков.

Задача исследования – получение данных при изменении технологического процесса детали «Корпус А5.01.0037.00.01» на базе предприятия ООО «ТимерТех Групп».

**Введение.** Машиностроительное производство является одной из самых крупных отраслей в республике Беларусь. Один из вопросов данной сферы является технологический процесс изготовления деталей.

Цель данного исследования – модернизация технологического процесса детали «Корпус А5.01.0037.00.01» и выполнения радиально-сверлильных, резьбонарезающих работ на данном станке с помощью приводных блоков.

Задача исследования – получение данных при изменении технологического процесса детали «Корпус А5.01.0037.00.01» на базе предприятия ООО «ТимерТех Групп».

Объект исследования – рабочие предприятия, а предмет исследования – японский токарно-приводной станок «Okuma Genos L-400 E».

Подобные примеры изготовления детали типа «корпус», приведены в письменном варианте. Их можно найти в специализированных учебниках по металлообработке. Данные учебники выпускались разными зарубежными специалистами или нашими профессорами. Из русскоязычных таких писателей можно отметить В.И. Васильев «Металлообработка»

Новизной, значимостью и прикладной ценностью полученных данных при исследовании является то, что полученные данные можно использовать при написании технологических процессов для изготовления детали типа корпус разной сложности и разных отраслях (авиа-, судо- и машиностроение).

**Основная часть.** Компания «Okuma Machinery works» занимается производством станков более 100 лет. Первый токарный станок «Okuma OS» был выпущен в 1918 году. Спустя 19 лет компания становится номером 1 в станкостроении Японии. Со временем технологии развивались и в 1966 году представлен токарный станок с ЧПУ серии LA-N. В 1980 году открываются офисы и производство оборудования в Америке и Европе, за это время компания зарекомендовала себя очень хорошо и хотела достичь новых высот в станкостроении. С появлением станков ЧПУ требовались люди высокой квалификации и умеющие наладивать данные станки. Так в 1997 был открыт учебно-методический центр Okuma в южной Германии. В 2003 году компания была удостоена премии японского союза машиностроителей за систему компенсации термической деформаций.

ООО «ТимерТех Групп» – предприятие в Минске, осуществляющее широкий спектр услуг по металлообработке и изготовлению деталей по чертежам, САД-моделям и другой конструкторской документации. Данное предприятие было основано в 2013 году и на данный момент ведет активное развитие в области металлообработки. Основная специализация этого предприятия – это токарная (токарно-фрезерная) и фрезерная обработка металла на современных высокоточных и высокопроизводительных станках и обрабатывающих центрах с ЧПУ, а также универсальных станках высокой точности. Изготовленные детали могут быть подвергнуты различным видам термообработки (закалка, отпуск, нормализация), осуществляется нанесение широкого спектра гальванических покрытий.

Изготовление детали «Корпус А5.01.0037.00.01» проходило на базе данного предприятия ООО «ТимерТех Групп». Технологический процесс для изготовления детали осуществляется в 3 этапа.

1 этап проходит на токарном станке 16К20Ф3. Станок предназначен для токарной обработки наружных (диаметром до 400 мм) и внутренних поверхностей деталей (длиной до 1000 мм) со ступенчатым и криволинейным профилем в осевом сечении.

Устройство ЧПУ станка (станок может оснащаться различными типами систем ЧПУ: разомкнутыми, замкнутыми, СТС) обеспечивает движение формообразования (число одновременно управляемых координат равно двум), изменение значений подач, переключение частот вращения шпинделя, индексацию резцовой головки и нарезание резьбы по программе. Станки могут выпускаться с различными устройствами ЧПУ (УЧПУ), в исполнении для встраивания в гибкие производственные модули (ГПМ), а также в специальном и специализированном исполнении при оснащении наладками по согласованию с заказчиком.

2 этап проходит на радиально-сверлильном станке 2М55. Радиально-сверлильный станок 2М55 имеет двухколонную компоновку станочной части, что позволяет создать жесткую конструкцию узла, недопускающую смещение оси шпинделя при зажиме колонны. Специальный зажим колонны центрального типа создает тормозной момент, гарантирующий высокопроизводительное сверление. Для поворота колонны требуется незначительное усилие на самом малом радиусе сверления, что также обеспечивает высокую производительность работы и снижает утомляемость оператора. Широкий диапазон чисел оборотов и подач шпинделя обеспечивает высокопроизводительную работу при любых сочетаниях обрабатываемых материалов, инструмента размеров и т. д.

Преселективное дистанционное электрогидравлическое устройство позволяет менять режимы с предварительным их набором. Станок 2м55 имеет механизм автоматического выключения при достижении заданной глубины сверления. Уравновешивание шпинделя обеспечивается специальным противовесом, допускающим удобную регулировку с рабочего места в случае изменения массы инструмента.

3 этап проходит на манипуляторе для нарезания резьб АЕ-12-700. Нарезание резьбы считается одним из самых важных технологических процессов в машиностроении – как по затратам времени на выполнение данной операции, так и по востребованности изделий с резьбой.

Пневматический резьбонарезной манипулятор АЕ-12-700 предназначен для нарезания резьбы метчиками МЗ-М12. Два плеча и пневмопривод закреплены таким образом, что при движении резьбонарезной шпиндель всегда остается в одном и том же положении относительно поверхности стола, тем самым обеспечивается постоянство угла нарезания резьбы. Имеется реверс. Высокая скорость работы повышает производительность. Низкий процент поломок, высокая точность нарезания резьбы. При нарезании резьбы патрон не ломается. Работа с более тяжелым материалом не требует дополнительного оборудования или перемещения на более просторное рабочее место. Простота в обращении, машина не требует опыта или силы. Стандартная комплектация: резьбонарезной пневмошпиндель; параллельное плечо; стойка крепления к столу; модуль воздухоподготовки; 6 вставок под метчик с предохранительной муфтой; поворотное плечо.

При составлении технологического процесса для изготовления детали «Корпус А5.01.0037.00.01» было выявлено, что на данном оборудовании изготовление детали является не технологичным и дорогостоящим. А также при обработке детали на токарном станке 16К20Ф3 было установлено, что из-за своей старости станок не может держать точные размеры для изготовления данной детали.

Одним из недостатков в изготовлении этой детали является долгое перемещение между станками. Из-за своих размеров и веса детали приходится перевозить с помощью электрокара. А также ее долгое изготовление, из-за своих особенностей станок 16К20Ф3 не может обеспечивать быстрое и точное

изготовление данной детали. В итоге общее время изготовления детали составляет около 1.5 часа с учетом перевозки детали на электрокаре.

В качестве решения проблемы я предлагаю заменить устаревшие токарные станки, на новейшие токарные станки компании «Okuma Machinery Works» а именно на токарно-приводной станок модели «Okuma Genos L-400 E». Токарные станки с ЧПУ экономсерии Genos L – это простые многозадачные станки для высокопроизводительной обработки деталей типа тел вращения по приемлемой цене. Они сочетают в себе все возможности для достижения высокого качества обработки и простоту использования с огромным разнообразием комплектаций для выполнения различных операций – от обработки деталей, зажимаемых в патроне, до обработки сложных деталей из прутка. В линейке представлены различные варианты спецификаций. На данном станке можно полностью изготавливать деталь за два установка. Тем самым мы модернизируем технологический процесс и ускорим время изготовления и количества деталей за смену одного рабочего.

Станок «Okuma Genos L-400 E» был разработан и выпущен в 2015 году. Модель начального уровня для силового резания, с долгим сроком службы, для серий любого объема. Токарные станки GENOS L предлагаются в четырех типоразмерах с одиннадцатью вариациями, в том числе с осью Y и контршпинделем. Плоские направляющие и жесткое исполнение револьверных головок обеспечивают силовое резание и очень продолжительный срок службы. Станки серии GENOS L имеют систему управления Okuma OSP-P300L, обеспечивающую высокую комфортность работы.

Главной новизной данного станка – это использование приводных блоков. Приводные блоки используют для приведения в работу электроприводной барабан. Лежат в основе каждого дополнительного инструмента. Имеют в своем составе электродвигатель. Для каждого агрегата выпускают разные блоки, которые имеют уникальную конструкцию. Они могут производиться отдельно для червячных или дисковых фрез, либо же иметь изменяемый угол. С помощью приводных блоков обработка металла выполняется с высокой производительностью и за короткое время. Устройство имеет повышенную жесткость и надежность.

Так же новым для данного оборудования является то, что при написании технологических процессов для других деталей, отпала нуждаемость в другом оборудовании.

Так, для изготовления детали «Корпус А5-01.0037.00.01» необходимо было пройти 3 этапа (токарный станок 16К30Ф3, радиально-сверлильный станок 2М55, а также манипулятор для нарезания резьб АЕ-12-700), который составляет около 1.5 часа с учетом перевозки детали на электрокаре. Однако мы упростили этот технологический процесс до одного токарно-обрабатывающего центра, и время изготовления детали сократилось до 30 минут. Это время измерено при изготовлении детали на «Okuma genos L-400 E» на базе предприятия-партнера ООО «Мехис Групп».

При проведении исследования выявлено, что количество деталей изготавливаемых за смену выросло в два раза. Также себестоимость детали «Корпус А5-01.0037.00.01» упала в несколько раз, так как отпала нуждаемость в дополнительном оборудовании и перевозке деталей между станками. Таким образом, технологический процесс улучшен и деталь изготавливается на одном токарно обрабатывающего центре. В итоге, заменив все данное оборудование на один станок, мы сделаем производство детали «А5-01.00.0037.00.01» более технологичным и себестоимость изготовления детали упадет в три раза.

**Выводы.** В процессе исследования были закреплены и углублены знания по металлообработке и изготовления деталей. Данные и оборудование для исследования предоставлены частной компанией по металлообработке ООО «ТимерТех Групп», где была предоставлена информация о истории самого предприятия, его организационной структуре, методах работы. Также были предоставлены практические навыки для выполнения поставленных задач по теме исследования.

Было изучено имеющееся на предприятии оборудование (в частности токарный станок 16К20Ф3, радиально-сверлильный станок 2М55 и манипулятор для нарезания резьб АЕ-12-700). Для исследования была выбрана деталь «Корпус А5.01.0037.00.01» и технология ее изготовления. Были пройдены и досконально изучены все этапы изготовления детали, проанализированы пути модернизации процесса.

Для выгодного решения пути модернизации процесса была предложена замена оборудования ООО «ТимерТех Групп» на новый токарно-обрабатывающий центр Genos L-400 E, характеристика которого также была изучена в процессе получения знаний по специальности и путем доступных источников информации.

При проведение данного исследования было выявлено, что изготовление детали «Корпус А5.01.0037.00.01» на новом оборудовании на базе предприятия ООО «ТимерТех Групп» является более технологичным и дешевым, так как Okuma Genos L-400 E, токарно обрабатывающий центр на который было принято решение заменить старые станки, является самым современным токарно приводным станком с ЧПУ. Он сочетает в себе все возможности для достижения высокого качества обработки и простоту использования с огромным разнообразием комплектаций для выполнения различных операций по изготовлению деталей.

По сравнению с предыдущем методом, который проходил в 3 этапа, такой процесс облегчил саму нагрузку на единицу рабочего. Он задействовал всего один станок на производство детали, вместо трех таких, как токарный станок 16К20Ф3, радиально-сверлильный станок 2М55 и манипулятор для нарезания резьб АЕ-12-700. Упала нагрузка на само производство. Выросло количество заказов на данную деталь. Также выросло ее качество, так как выполнение работы на одном станке позволило более точно сосредоточиться

на изготовлении самой детали, в то время как раньше была сосредоточена большая часть внимания на перевозку детали между станками с помощью электрокара. Вес заготовки составлял девять килограмм четыреста грамм, а после обработки 6 килограмм четыреста грамм.

Таким образом, был проанализирован, модернизирован и упрощен технологический процесс изготовления детали «Корпус А5.01.0037.00.01» на базе предприятия ООО «ТимерТех Групп».

### *Литература*

1. Н. М. Кондратьева, А. А. Клопотов, В. А. Литвинова, Р. А. Козырева, *Металлорежущие станки, инструменты. Физические основы процесса резания* [Электронная книга]- Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.litres.ru/a-a-klopotov/metallorezhushchie-stanki-instrumenty-fizicheskie-osn-35237622/>

2. История компании Okuma [Электронный ресурс], - Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.okuma.eu/ru/about-okuma/okuma-history/>

3. История компании ООО «ТимерТех Групп» [Электронный ресурс], - Электронные данные. – Режим доступа: [https://timertech-grupp.deal.by/about\\_us](https://timertech-grupp.deal.by/about_us)

4. Классификация и описание резьбонарезных манипуляторов Okuma [Электронный ресурс], - Электронные данные. – Режим доступа: [http://www.nikas.com.ua/osnastka/i\\_gamor\\_kompany.htm](http://www.nikas.com.ua/osnastka/i_gamor_kompany.htm)

УДК 62-213.2

### **Анализ базового технологического процесса обработки детали «Втулка № ТМ-77.02.010» на базе ООО «Точная механика» с целью улучшения условий труда и организации рабочего места**

*Учащийся группы 57Т4б Жуков А.С., преподаватель  
специализации Клименкова Т. К.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация** – Данное исследование является актуальным по причине модернизации и изменения технологического процесса изготовления детали «Втулка №ТМ-77.02.010» с целью сокращения времени производства, повышения экономической эффективности и повышения производительности. Рассматриваемый вопрос актуален, так как использования нового американского станка «Hyundai-WIA E160 LMC», который изобретался для использования на международном уровне, а также



благодаря использованию многоместного приспособления барабанного типа, который позволит обработать группу деталей за один установ.

**Введение.** Машиностроение как важнейшая отрасль промышленности сохраняет свою ведущую роль и на ближайшие годы будет определять темпы перевооружения новой техникой все отрасли народного хозяйства и промышленности. Ведущую роль в машиностроении играет станкостроительная промышленность, производящая средства для машиностроительных заводов.

Для удовлетворения растущих потребностей экономики машиностроения должно не только улучшать конструкции различных технологических устройств на базе новейших достижений науки и техники, но и непрерывно совершенствовать технологии их производства.

Цель данного исследования – анализ базового процесса обработки детали «Втулка №ТМ-77.02.010» на базе ООО «Точная механика» с целью улучшения условий труда и организации рабочего места.

Объект исследования – рабочее предприятие, а предмет исследования - технологический процесс изготовления детали

Задача исследования – получение данных при изменении технологического процесса детали «Втулка №ТМ-77.02.010» на базе предприятия ООО «Точная Механика»

Новизной, значимостью и прикладной ценностью полученных данных при исследовании является то, что полученные данные можно использовать при написании технологического процесса для изготовления детали типа «Втулка» в разных типах производства и в разных отраслях.

**Основная часть.** ООО «Точная механика» – производитель деталей и оборудования для авиационной, автомобильной, космической промышленности, электро-оптики и фармацевтики. Выполняют заказы на изготовление деталей повышенной сложности, производство сборочных единиц и разработку с изготовлением нестандартного технологического оборудования. Компания имеет все необходимые сертификаты, гарантирующие высокое качество продукции. Они работают с заказчиками из Германии, Голландии, Польши, России, США, Швейцарии и Франции.

Детали изготавливаются в условиях единичного мелкосерийного производства с применением токарных, фрезерных, шлифовальных, электроэрозионных станков.

Технологический процесс для изготовления детали «Втулка №ТМ-77.02.010» состоит из 2 технологических операций:

1 операция – токарная выполняется на токарном станке «OKUMALCS 15». Станок предназначен для наружной и внутренней обработки поверхности деталей со ступенчатыми поверхностями и криволинейным профилем в осевом сечении.

2 операция - фрезерная проходит на фрезерном станке «HAAS VF 3». Высокоточный вертикально-фрезерный станок «HAAS VF 3» — специализированное оборудование, предназначенное для фрезерования деталей различного типа. Размеры фрезерного станка 1016x660x635 мм. Максимальные габариты фрезеруемой детали 1016x660x635 мм, размеры стола 1372x635 мм.

При составлении технологического процесса для изготовления детали «Втулка №ТМ-77.02.010» было выявлено, что на данном оборудовании изготовление детали является не точным и дорогостоящим. Устаревший станок «OKUMALCS 15» не может дать нам точные размеры при изготовлении данной детали.

В качестве решения вышеперечисленных проблем я предлагаю заменить токарный станок «OKUMALCS 15» и фрезерный «HAAS VF 3» на более новый горизонтальный токарный станок модели «Hyundai-WIA E160 LMC».

Данный станок осуществляет обработку деталей, диаметр которых составляет до 335 мм, а длина достигает 463 мм для моделей серии Y и 455 мм для SY. Диаметр главного шпинделя равен 8 дюймов, его скорость вращения составляет 4 500 оборотов в минуту. По словам сотрудников компаний - производителей, шпиндель имеет низкий уровень вибрации и минимальный уровень шума, что обеспечивает максимальную точность обработки и удобство использования устройств. Дополнительный шпиндель с осью C имеет диаметр 6 дюймов и точность позиционирования 0,001 °. Данный шпиндель приводится в действие серводвигателем и шариковым винтом оси B. Оба шпинделя находятся в зависимости от движения оси C. Возможно осуществление контурной обработки на оси C, а также обработки внешних поверхностей и канавок с применением вращающихся инструментов на оси Y.

Основные элементы конструкции изготовлены из литого чугуна, что обеспечивает устойчивость, прочность, надежность и долговечность токарных станков. Станки могут применяться также при тяжелых режимах обработки. Во избежание теплового расширения в процессе обработки, все оси имеют сдвоенные шариковые винты, непосредственно связанные с серводвигателями без применения дополнительных приспособлений и ремней.

Станки серий E160 LMC оборудованы 12-позиционными револьверными головками с серводвигателями.

При использовании станка «Hyundai-WIA E160 LMC» отпадет необходимость переноса деталей с токарной операции на фрезерную, так как данный станок позволит выполнить фрезерную операцию, не снимая заготовки.

В итоге, заменив два станка на один, мы сделаем производство детали «Втулка №ТМ-77.02.010» более технологичным, производительным. Таким образом, уменьшим себестоимость изготовления, повысим

производительность труда, за счет сокращения времени на переустановку и перемещения детали от одной операции к другой.

**Заключение.** В процессе выполнения данного проекта были углублены и закреплены знания в области металлообработки и изготовления деталей. Данные и оборудования для исследования были представлены частной компанией ООО «Точная механика».

Было изучено имеющиеся на предприятии оборудования ( в частности токарный станок «OKUMALCS 15» и фрезерный станок «HAAS VF 3» ). Для исследования была выбрана деталь «Втулка» и технология ее изготовления.

По сравнению с предыдущим методом изготовления данной детали, который проходил 2 этапа, такой процесс уменьшит нагрузку на рабочего, улучшит организацию рабочего места. При изготовлении будет задействован всего один станок на производство одной детали, что повысит качество обработки.

### *Литература*

1. Жолобов, А. А. Технология автоматизированного производства. Учебник для ВУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 624с.
2. Технология машиностроения: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич. [и др.]; под общ. ред. М. Ф. Пашкевича. Минск: Новое издание, 2008. – 478 с.
3. Акулич, Н. В. Технология машиностроения: пособие / Н. В. Акулич. – Минск: РИПО, 2013. – 395 с.
4. Завистовский, С. Э. Обработка материалов и инструмент: учебное пособие / С. Э. Завистовский. – Минск: РИПО, 2014. – 448 с.

УДК 62-213.2

### **Оценка роста производительности труда при изготовлении детали «Крышка левая 79221-1712623» на базе машиностроительного предприятия ОАО «Минский завод колесных тягачей»**

*Учащийся группы 54Т4б Клестов Р.В.,  
преподаватель спецдисциплин Старотиторова Я.В.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация** – исследование проводится с целью повышения производительности труда при изготовлении детали «Крышка левая 79221 – 1712623», путём высказывания предложений о модернизации или изменении технологического процесса. Задача исследования – выдвижение предложений о модернизации технологического процесса путём замены оборудования и инструмента. Объект исследования – технологический процесс изготовления

детали «Крышка левая 79221-1712623», выполненный на основе предприятия «МЗКТ».

**Введение.** Машиностроение остается важнейшей отраслью Республики Беларусь с активным развитием сельскохозяйственного и военно-транспортного направлений. На машиностроительный комплекс приходится значительная доля валового внутреннего продукта страны. Большая доля продукции белорусского машиностроения реализуется за рубежом, например, в России и Казахстане, на долю которых совокупно приходится около 73% белорусского машиностроительного экспорта. Для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции разработана стратегия развития машиностроения на 2017-2020 годы и в перспективе до 2030-го.

Цель исследования – оценка роста производительности труда при модернизации процесса изготовления детали «Крышка левая 79221-1712623».

Примеры типовых технологических процессов изготовления деталей «Крышка» приводились в различных специализированных пособиях по металлообработке, как в нашей стране, так и за рубежом. Из более близких нам можно отметить Шрубченко И.В. «Технология изготовления типовых деталей машин», Меринов В.П. «Технология изготовления деталей» и других авторов.

Новизной исследования является улучшение типовых технологических процессов для деталей «Крышка», используемых в оборудовании работающем в агрессивных средах (например, буровые установки) или при повышенной вибрационной нагрузке (например, дробомётной установки). Данное исследование поможет усовершенствовать технологический процесс и в дальнейшем применять его на практике для подобных деталей.

**Основная часть.** Минский завод колёсных тягачей — белорусское предприятие, специализирующееся на выпуске дорожных и внедорожных автомобилей большой грузоподъёмности, прицепной техники, специальных колёсных шасси под монтаж оборудования для предприятий строительного, нефтегазового и машиностроительного комплексов, а также различных деталей машин. До 1991 года находилось в составе Минского автомобильного завода. Вот уже более 60 лет Volat (ОАО «Минский завод колёсных тягачей») разрабатывает и производит для своих клиентов уникальные транспортные решения для перевозки тяжелых грузов по дорогам общего пользования и в условиях трудной проходимости. ОАО «МЗКТ» создает технику по индивидуальным техническим заданиям клиентов, от одной до нескольких сотен единиц с использованием максимально широкого диапазона отечественных и зарубежных комплектующих. Стратегической целью ОАО «МЗКТ» является достижение стабильно высокого качества выпускаемой продукции при сокращении сроков проектирования и разработки изделий, а также конкурентоспособных ценах на выпускаемую продукцию, устанавливать стандарты качества в отрасли.

Общая численность сотрудников предприятия составляет более 5000 человек. ОАО «МЗКТ» располагает многочисленным штатом высококвалифицированных конструкторов и инженеров. В структуру ОАО «МЗКТ» входит 10 производственных цехов, 3 цеха вспомогательной деятельности, 25 функциональных управлений, 10 отделов. С 2015 года в структуру предприятия было введено автосборочное производство «Неман» (АСП «Неман»). Минский завод колесных тягачей - открытое акционерное общество, 100% акций которого принадлежит Республике Беларусь.

Деталь «Крышка левая 79221-1712623» используется в дробомётной машине (Приложение 1). Для крепления данной детали к стенке дробомётной машины будут использоваться болты. Чтобы полностью убрать зазор между корпусом и крышкой, будет устанавливаться электроизолирующая, эластичная, силиконовая прокладка. Через большое отверстие будет вставляться прорезиненный шланг с изоляцией, внутри которого будут проведены провода. На отверстия с резьбой будут устанавливаться специализированные предохранительные блоки. Изготавливаться данная деталь будет из Стали 10 ГОСТ 1050-74. Материал подобран на основе теплостойкости, повышенной пластичности и износостойкости, а также за счёт высокой поверхностной плотности. Изготовление детали проводится на базе ОАО «МЗКТ». Технологический процесс изготовления детали будет осуществляться в 3 этапа.

Первый этап – заготовительный. Заготовительная операция будет осуществляться путём лазерной резки листового проката на части. Резка на лазерных установках – является наиболее производительным и универсальным способом изготовления призматических заготовок различной конфигурации в единичном и серийном производстве. При лазерной резке достигаемая точность достигает 9-12 квалитета. Вне зависимости от теплофизических свойств материала гарантируется параллельность кромок стенок среза, идеально гладкая поверхность, высокая точность разреза. Помимо этого, использование программного обеспечения нового поколения позволяет минимизировать количество отходов и производить резку максимально эффективно.

Второй этап включает в себя механическую обработку детали. Технологический процесс обработки детали включает в себя: фрезерование, шлифование, сверление и резьбонарезания.

Фрезерование производится на консольно-фрезерном вертикальном станке 6Т13. Данный станок является универсальным и предназначен для фрезерования всевозможных деталей из различных материалов. Применяется в условиях единичного и серийного производства. На фрезерной операции производится получение габаритных размеров по 12 квалитету и с шероховатостью 12,5. Процесс фрезерования будет проходить следующим образом: деталь закрепляется в тиски, которые в свою очередь закреплены болтами на подвижном столе. Данный стол совершает движение подачи на

встречу фрезе, которая закреплена на оправке и совершает вращательное движение резания.

Плоскошлифовальная операция производится на универсальном плоскошлифовальном станке с горизонтальным шпинделем 3Л1722А. Данный станок обладает высокой точностью при шлифовании и применяется в условиях единичного и серийного производства. На данной операции происходил придание поверхности шероховатости 6,3 после фрезерования и шероховатости 1,6 при конечной обработке. Деталь закрепляется на магнитной плите и находится в неподвижном состоянии. Шлифованию происходит вращающимся подвижным шлифовальным кругом, закреплённом в переходном фланце.

Сверлильная операция с ЧПУ проводится на 3-осном обрабатывающем центре Doosan VC 430 с системой ЧПУ – FANUC. Станки модели VC430 применяются для точной и высокоскоростной механической обработки деталей и заготовок. Станок представляет собой уникальный и компактный вертикальный обрабатывающий центр с двумя столами. Помимо этого он оснащён мощным шпинделем, двойными паллетами и линейными направляющими роликового типа. За счёт данной конструкции на станке может производиться особо точное фрезерование, сверление, зенкерование, развёртывание, а благодаря двойному столу – на станке можно обрабатывать сразу несколько деталей, имеющих большие габариты. На данной операции сверлятся 12 отверстий, согласно программе. Инструмент (свёрла, патроны и т.п.) для данного станка производится компанией Gühring, которая специализируется на выпуске осевого инструмента.

Резьбонарезная операция проводится на вертикально-сверлильном станке 2Н135. Данные станки применяются в условиях единичного и мелкосерийного производства и предназначается для всевозможных операций: сверления, зенкерования, развёртывания, рассверливания, зенкования. На данной операции происходит нарезка резьбы в 4 отверстиях. Деталь зажимается в тисках, в патрон с переходной втулкой устанавливается метчик, который совершая продольно-вращательные движения нарезает резьбу.

Третий этап включает в себя окончательный контроль и упаковку детали для отправки на сборочные линии. Для контроля применяется такой инструмент как: штангенциркуль ШЦ-I-160-0,05, ШЦ-I-125-0,05, ШЦ-I-125-0,1, пробки различных диаметров, а также Микрометр МК 25-1 и образцы шероховатости.

Далее проведём сравнительный анализ различных этапов технологического процесса изготовления детали «Крышка левая 79221-1712623» и возможность их замены.

Для начала установим возможность замены лазерной резки заготовки, на разрубку гильотиной. Разрубка гильотиной является более экономичным методом, за счёт более простого оборудования и большей распространённости. Но при этом, при разрубке гильотиной нельзя гарантировать параллельность кромок среза, а также необходимо оставлять

припуск на обработку около 10мм. Припуск же при лазерной резке составляет всего 5мм, что значительно снижает нагрузку на фрезу в будущем и упрощает транспортировку. Также при разрубке рабочему необходимо затратить большее количество времени и усилий, чем при лазерной резке. Из этого можно сделать вывод, что лазерная резка – будет наиболее оптимальным и технологичным способом получения заготовки.

Далее рассмотрим возможность улучшения механической обработки заготовки. На фрезерной операции выбран не дорогой и достаточно распространённый станок 6Т13, также за счёт своей универсальности станок подходит для обработки детали. Однако на данной операции применяется торцевая фреза из твёрдого сплава Т15К6. Данную фрезу выгоднее всего заменить на фрезерную головку со вставным резцом из Т15К6, это обеспечит большую точность и качество формы, т.к. у фрезы при стачивании зубьев может произойти отклонения от необходимой формы, либо же поломка зубьев. Замена данной фрезы на фрезерную головку незначительно увеличивает стоимость, однако значительно ускоряет обработку и полностью убирает шанс брака.

Универсальный плоскошлифовальный станок 3Л722А позволяет установить на свой стол сразу несколько деталей, а за счёт размеров шлифовального круга – ведётся обработка сразу нескольких деталей. Это значительно ускоряет время обработки.

При сверлении отверстий используется станок Doosan VC 430. Данный станок нельзя заменить на более дешёвый, т.к. благодаря двойному столу и большому инструментальному магазину данный станок значительно ускоряет обработку, путём одновременного сверления отверстий сразу в нескольких деталях, с точным соблюдением размеров и в автоматическом режиме. При таком соотношении качества и скорости данный станок является наиболее технологичным вариантом. После данной операции следует вертикально-сверлильная, на которой происходит нарезание резьбы. На транспортировку заготовки уходит большое количество времени, также на станке 2Н135 может произойти отклонение от оси, что снизит качество детали. Данную операцию можно объединить с предыдущей. Станок Doosan VC430 позволит значительно сократить время на обработку, повысить качество резьбы, снизить суммарное время транспортировки, а также уменьшить нагрузку на рабочего.

При применении данных предложений на практике время на транспортировку уменьшится на четверть, а цена на обработку уменьшится, что повысит уровень производства.

**Выводы.** В процессе данного анализа были закреплены знания о машиностроительной отрасли, а именно о металлообработке и изготовлении деталей. Данные и оборудование для данного анализа были предоставлены ОАО «Минским заводом колёсных тягачей», а так же официальным сайтом где размещается информация о истории предприятия.

Была изучена работа и структура заготовительного цеха, участка «Программируемые станки», участка «Прицепы», участка «Мелкие детали».

Помимо этого, было изучено имеющееся на предприятии оборудование, в том числе такие станки как: консольно-фрезерный вертикальный станок 6Т13, универсальный плоскошлифовальный станок с горизонтальным шпинделем 3Л722А, 3-осный обрабатывающий центр Doosan VC 430, вертикально-сверлильный станок 2Н135.

Для анализа была выбрана деталь «Крышка левая 79221-1712623», тщательно изучался технологический процесс её обработки, как в письменном варианте, так и на практике. Были рассмотрены и проанализированы все операции обработки данной детали.

По результатам анализа были выявлены некоторые варианты усовершенствования технологичности изготовления детали. Такие усовершенствования как: замена торцевой фрезы на фрезерной операции, на более универсальную и точную фрезерную головку, с установленным резцом. это значит повысит точность габаритных размеров детали и снизит затраты на замену инструмента. Помимо этого объединение резбонарезной операции на 2Н135 со сверлильной операцией на станке с ЧПУ Doosan VC430, значительно упрощает и ускоряет производство детали.

Согласно данным производительность труда на предприятии значительно повышается, за счёт: сокращения времени транспортировки деталей на электрокарах между операциями, повышения качества поверхности детали благодаря замене на более точную и производительную фрезерную головку, изменении менее точного станка 2Н135 на более производительный, современный и скоростной Doosan VC430. Помимо этого сокращаются денежные затраты на выплаты заработных плат рабочим, за счёт сокращения штата рабочих.

Таким образом был произведён анализ технологического процесса изготовления детали «Крышка левая 79221-1712623» на базе ОАО «МЗКТ».

### *Литература*

1. Официальный сайт предприятия «МЗКТ» [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Минск, 2018 – Режим доступа: <https://www.mzkt.by/>. – Дата доступа: 22.10.2018.
2. Официальный сайт предприятия «Doosan» [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Германия, 2018 – Режим доступа: <http://www.doosanmachinetools.com/en/main.do>. – Дата доступа: 22.10.2018
3. Металлорежущие станки / Кучер А.М. [и др.] под общей редакцией А.М. Квиватицкого.- Москва, 1972.-174 с.
4. Шрубченко, И.В. Технология изготовления типовых деталей машин/ Шрубченко И.В.-,Москва:Инфра-М, 2018. – 243 с.



5. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя/Косилова А.Г.-4 изд.- Москва.-1986.-355 с.

6. Технология машиностроения/Меринов В.П. [и др.] под общей редакцией Козлова А.М.-Москва-2008.-233 с.

7. Metallорежущие станки/ Колев Н.С. [и др.] под общей редакцией Красниченко Н.С.-Москва.-1980.- 176 с.

8.

### Приложение 1

Изображение детали в различных перспективах



Рисунок 1 – Изображение детали

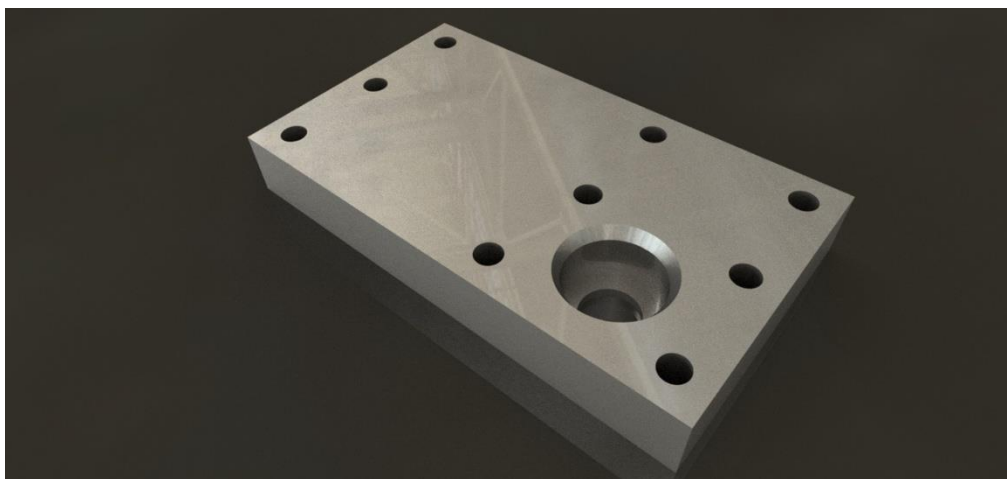


Рисунок 2 – Изображение детали

УДК 62-213.2

**Пути повышения эффективности технологического процесса  
изготовления детали «Сухарь №ТМ-77.02.008» на базе  
ООО «Точная механика»**

*Учащийся группы 57Т4б Хилюк И. М.,  
преподаватель спецдисциплин Клименкова Т. К.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация** – Данное исследование является актуальным по причине модернизации и изменения технологического процесса изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» с целью сокращения времени производства, повышения экономической эффективности и повышения производительности. Рассматриваемый вопрос актуален, так как использования нового американского станка «Haas vf2-SSYT», который изобретался для использования на международном уровне, а также благодаря использованию многоместного приспособления барабанного типа, который позволит обработать группу деталей за один установ.

**Введение.** При проектировании технологических процессов механической обработки детали и сборки из них механизмов и машин в настоящее время серьезное внимание уделяется вопросам, связанных с выпуском качественных изделий при высоком темпе их производства и оптимальной себестоимости.

Применение станков с ЧПУ позволит существенно повысить точность обработки сложной конфигурации и в 2-4 раза снизить вспомогательное время.

Цель данного исследования – модернизация технологического процесса детали «Сухарь ТМ-77.02.008» и выполнение всех операций: вертикально-сверлильных, резьбонарезных, фрезерных производится на данном станке при помощи многоместного приспособления барабанного типа.

Задача исследования – получение данных при изменении технологического процесса детали «Сухарь ТМ-77.02.008» на базе предприятия ООО «Точная механика».

Объект исследования – рабочее предприятие, а предмет исследования – американский станок «Haas vf2-SSYT» с многоместным приспособлением барабанного типа.

**Основная часть.** Компания «Haas Automation Inc» основана в 1983 году, и специализируется на выпуске токарных станков с ЧПУ, фрезерных станков с ЧПУ, вертикально-обрабатывающих центров и другого металлорежущего оборудования. По объёмам производства Haas Automation Inc является одним из крупнейших производителей станков в мире.

ООО «Точная механика» – предприятие в Миске, осуществляющее изготовление деталей по чертежам любой конструкторской документации. Данное предприятие было основано в 1976 году. «Точная механика» – производитель деталей и оборудования для авиационной, автомобильной, космической промышленности, электро-оптики и фармацевтики. Выполняет заказы на изготовление деталей повышенной сложности, производство сборочных единиц и разработку с изготовлением нестандартного технологического оборудования. Компания имеет все необходимые сертификаты, гарантирующие высокое качество продукции. На данный момент предприятие работает с заказчиками из Германии, Голландии, Польши, России, США, Швейцарии и Франции.

Технологический процесс изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» осуществляется за две технологические операции.

1-ая операция выполняется на вертикально-фрезерном станке HERMLE UWF700.

2-ая выполняется на вертикально-сверлильном станке 2Н135. Вертикально-сверлильный станок 2Н135, с условным диаметром сверления 35 мм, используются на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления» рассверливания» зенкования, зенкерования, развертывания. Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания. Наличие на

станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы. Допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов. Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя».

При составлении технологического процесса для изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» было выявлено, что на данном оборудовании изготовление детали является низкопроизводительным и не эффективным. А также при обработке детали было выяснено что станок 2Н135 устарел и не может обеспечить быстрое изготовление данной детали.

В итоге общее время изготовления одной детали составило 130 минут.

В качестве решения проблемы я предлагаю заменить устаревшие станки, на новый четырех осевой вертикальный-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ «Haas vf2-SSYT» компании «Haas Automation Inc». При использовании данного обрабатывающего центра деталь можно полностью выполнить за два установка. Тем самым, мы модернизируем технологический процесс, сократим время изготовления и увеличим количество обработанных деталей за смену.

Так для изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» необходимо было пройти две операции (фрезерная, которая выполнялась на вертикально-фрезерном станке HERMLE UWF700, и сверлильная, выполняемая на вертикально сверлильном станке 2Н135). Время обработки составляло около 130 минут. Заменяв две операции на одну, мы смогли ускорить данный технологический процесс. Применение одного обрабатывающего центра с ЧПУ время изготовления детали составило 19 минут. Это время было измерено при изготовлении детали «Сухарь ТМ-77.02.008» на предприятии ООО «Точная механика».

Использование многоместного приспособление барабанного типа с низкопрофильными зажимами, позволит быстро установить пару деталей в приспособление. Таким образом изготовление 24-ех деталей составит 8 часов.

**Заключение.** В процессе исследования были закреплены и углублены знания, касаемые металлообработки и изготовления деталей. Данные и оборудование для данного исследования были предоставлены частной компанией по металлообработке ООО «Точная механика», где была предоставлена информация об истории самого предприятия, его организационной структуре, методах работы. Также были предоставлены практические навыки для выполнения поставленных задач по теме исследования.

Было изучено имеющееся на предприятии оборудование (в частности вертикально-фрезерный станок Hermle UWF700, и вертикально-сверлильный станок 2Н135). Для исследования была выбрана деталь «Сухарь ТМ-77.02.008» и технология её изготовления. Были проведены и досконально изучены все этапы изготовления детали, проанализированы пути модернизации процесса.

Для выгодного решения пути модернизации процесса была предложена замена оборудования, Hermle UWF700 и 2Н135 на новый обрабатывающий вертикально фрезерный центр с ЧПУ Haas VF2-SSYT, характеристика которого была изучена в процессе получения знаний по специальности и путем доступных источников информации.

При проведении данного исследования было выявлено, что изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» на новом оборудовании на базе предприятия ООО «Точная механика» является более технологичным и дешевым, так как Haas VF2-SSYT, обрабатывающий вертикально-фрезерный центр с ЧПУ на который было принято решение заменить выше перечисленные станки, является совершенным фрезерным станком с ЧПУ.

По сравнению с предыдущим методом, который проходил в два этапа, такой процесс облегчил нагрузку на единицу рабочего. Он задействовал всего один станок на производство детали, вместо двух таких, как вертикально-фрезерный Hermle UWF700, вертикально-сверлильный 2Н135. Упала нагрузка на само производство, и за счет использования многоместного приспособления барабанного типа рабочий может работать на двух станках с программным управлением, так как 24 детали выполняются одну рабочую смену. Выросло количество заказов на данную деталь. Также выросло её качество, так как выполняется на современном высококачественном вертикально-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ. Вес заготовки после обработки составил 28 грамм.

Таким образом, был проанализирован, модернизирован и упрощен технологический процесс изготовления детали «Сухарь ТМ-77.02.008» на базе ООО «Точная механика».

### *Литература*

1. Жолобов, А. А. Технология автоматизированного производства. Учебник для ВУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 624с.
2. Технология машиностроения: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич. [и др.]; под общ. ред. М. Ф. Пашкевича. Минск: Новое издание, 2008. – 478 с.

3. Акулич, Н. В. Технология машиностроения: пособие / Н. В. Акулич. – Минск: РИПО, 2013. – 395 с.

4. Завистовский, С. Э. Обработка материалов и инструмент: учебное пособие / С. Э. Завистовский. – Минск: РИПО, 2014. – 448 с.

## **СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОНИКА МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

УДК 629.431.73.068

### **Анализ электронного оборудования, применяемого при ремонте рулевого управления**

*Учащийся группы 03Р46 Клачек Н.А.,  
преподаватель Зыбин О.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Рулевое управление — одна из основных систем автомобиля, которая представляет собой совокупность узлов и механизмов, предназначенных для синхронизации положения рулевого колеса (руля) и угла поворота управляемых колес.

Развал-схождение автомобиля является важной и целесообразной операцией. Так как он необходим для повышения устойчивости автомобиля при движении, легкости управления и снижения износа шин.

**Основная часть.** Для ремонта рулевого управления автомобиля применяются специальные электронные стенды развал-схождение. Они представляют собой станки, главной функцией которых является определение и регулировка угла наклона колес автомобиля. Колеса находятся по отношению друг к другу и к общей оси не под прямым углом. Их отклонение составляет 2-3 градуса. Это сделано для того, чтобы облегчить рулевое управление, усилить сцепление с дорогой и уменьшить скорость стирания резины. В процессе езды наклон колес изменяется, и для возвращения его к заводскому уровню используется процедура развал-схождение.

По принципу работы электронное оборудование для ремонта рулевого управления подразделяется на:

- оптическое - это первые придуманные стенды развал-схождения, цена которых невысока, а эксплуатация неудобна: процесс занимает много времени и дает достаточно большую погрешность.

- лазерное - самые распространенные на данный момент, хотя их популярность и снижается из-за появления новых методик измерения. Используют лазерный луч для определения углов наклона колес.

- компьютерное - такое оборудование для СТО развал-схождение является наиболее современным и максимально точным. Информацию обрабатывает компьютер, внося необходимые коррективы в положение колес.

Последний тип стендов также называют развал-схождение 3D благодаря составлению компьютером трехмерной проекции осей автомобиля. На большинстве СТО установлено оборудование лазерного типа, которое постепенно вытесняется компьютерным. Балансировочные стенды, управляемые компьютером, выполняют работу точнее и быстрее остальных типов. Поэтому их популярность растет, несмотря на высокую стоимость и необходимость ежегодного обновления баз данных.

Стенд развал схождения оптический является первой установкой для измерения угла наклона колес, которая была придумана человеком. Это изобретение увидело свет много лет назад, и к нашим дням уже утратило актуальность. Работает система следующим образом:

- на колеса устанавливаются специальные трубки с направленным световым лучом;

- свет проецируется на плоскость с измерительными шкалами, идущими в вертикальном и горизонтальном направлении;

- в зависимости от положения точки света определяется угол наклона колес.

Данная методика использовалась еще на советских машинах, и в то время показывала себя хорошо, но только из-за отсутствия альтернативы. На самом деле точность такого измерения имеет большую погрешность, не позволяющую установить положение колес точно, и всегда несколько градусов оказывались лишними. Кроме того, оптический стенд развала схождения дает возможность высчитать угол наклона только одной колесной пары – передней или задней. Т.е. установить все колеса машины под одинаковым углом практически невозможно. Это, а также появление новых технических решений, и обусловило спад популярности оптических стендов. Их все еще используют, но таких сервисов единицы, и специализируются они на старых автомобилях производства СССР. С другой стороны, очевидным преимуществом стенда является низкая цена по сравнению с другими типами подобных аппаратов. Также оптика долговечна и совершенно неприхотлива в обслуживании.

Лазерную модель можно назвать эволюцией оптического агрегата, с тем отличием, что используется направленный лазерный луч. Точнее,

устройство относится к классу электронных, но принцип работы основан на физических законах оптики. Действует система просто:

- на машину устанавливаются лазерные излучатели – головки;
- на колеса монтируются зеркала – обязательно параллельно плоскости вращения;
- напротив зеркала ставится измерительная шкала.

Лазерный луч выходит из нулевой точки шкалы, и при идеальном положении колес, должен вернуться в нее же от зеркала. Отклонение проявляется при отражении от зеркала в точку выше либо ниже нулевой на шкале деления. Стенд развал схождения лазерный активно используется в большинстве современных автомастерских благодаря доступной стоимости, простоте конструкции, которая обеспечивает и долговечность. В некоторой степени удалось избавиться от недостатков предшественника – точность измерения на порядок выше и появилась возможность калибровать одновременно четыре колеса.

Компьютерный стенд развал схождения использует собственные вычислительные мощности для вычисления оптимальных углов наклона и калибровки колес, и аппаратное оснащение для снятия показаний.

Первым подтипом агрегата является стенд с измерительными головками. Такой стенд для развала схождения оснащен специальными датчиками (от четырех до восьми штук), которые устанавливаются на колеса и снимают угол отклонения. Далее компьютер с предустановленной базой данных автоматически балансирует колеса, беря в качестве эталона заводские показатели от производителя.

Стенд достаточно компактный и удобный для перемещения. Точность показателей приближена к максимальной, хотя работает аппаратура долго – для просчета требуется около получаса.

3D стенд создает трехмерную модель автомобиля с помощью:

- имеющихся камер;
- специальных фотоэлементов, устанавливающихся на стенд;
- собственного процессора и базы данных.

Дополнительной возможностью агрегата является измерение геометрии кузова. Вместе с основной функцией вычисления наклона колес и даже поворота осей, стенд становится универсальным устройством. Компьютерный стенд развал схождения имеет только один недостаток – высокую стоимость, хотя она перекрывается функциональностью и скоростью работы.

### ***Выводы***

Развал-схождение автомобиля является важной и целесообразной операцией, так как он необходим для повышения устойчивости автомобиля при движении, легкости управления и снижения износа шин.



## *Литература*

- 1 Транспорт и окружающая среда/ Болбас, М.М. [и др.] – Мн.: Технопринт, 2003.
- 2 Вахламов, В.К. Автомобили: Основы конструкции./ В.К. Вахламов – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
- 3 Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей/ Титов Е.И. - М.: Транспорт, 1998.
- 4 Булевский. П.И. Проектирование и оптимизация технологических процессов и систем сборки РЭА / П.И.Булевский, В.П.Ларин, А.В.Павлова. – М.: Радио и связь, 2009.
- 5 Пузанков, А.Г. Автомобили: Устройство автотранспортных средств/ А.Г. Пузанков – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
- 6 Резник, А.М. Электрооборудование автомобилей/ А.М. Резник - М.: Транспорт, 1990.
- 7 Соснин, Д.А. Автотроника. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4) / Д.А. Соснин, – М.: СОЛОН-Пресс, 2015.
- 8 Тарасик, В.П. Теория автомобилей и двигателей/ В.П Тарасик, М.П.Бренч, – Мн.: Новое знание, 2015.
- 9 Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства / А.П.Достанко [и др.] – Мн.: Выш. школа, 2002

УДК 621.431.73

### **Анализ и принцип работы автоматической системы START-STOP на автомобилях VOLKSWAGEN PASSAT B7**

*Учащийся группы 07Р46 Коркуть В.С.,  
преподаватель Самохвал В.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Постоянно растущая стоимость энергии и ожесточающиеся законодательные требования к снижению вредных выбросов в атмосферу заставляют и в автомобильной области искать новые возможности для экономии топлива и снижения токсичности отработанных газов. Из этих соображений была разработана система Старт-стоп, которая самостоятельно на короткое время выключает двигатель при остановке автомобиля перед светофорами или шлагбаумами. Запуск двигателя для продолжения движения производится без использования ключа зажигания.

**Основная часть.** Система Старт-стоп является основным элементом пакета BlueMotion II. Она служит для уменьшения расхода топлива благодаря

тому, что автоматически выключает двигатель во время остановок и самостоятельно запускает его при желании водителя продолжить движение. Система Старт-стоп активируется автоматически в том случае, если после начала движения автомобиль примерно четыре секунды движется со скоростью свыше 3 км/ч. Управление системой Старт-стоп осуществляется блоком управления двигателя, поэтому соответствующие функции предусмотрены в ПО блока управления двигателя.

Для системы Старт-стоп важно иметь информацию о том, допускает ли состояние заряда АКБ повторный запуск двигателя. Эта процедура называется прогнозированием напряжения пуска. Она даёт сведения о том, что все параметры силового агрегата, определяющие новый запуск, проанализированы. При этом происходит постоянное сопоставление состояния заряда АКБ с характеристиками двигателя. На основании прогнозирования напряжения пуска принимается решение, может ли быть реализована функция Старт-стоп и нужно ли для увеличения пускового тока отключить некоторые потребители электроэнергии, например, обогрев сидений, заднего стекла, зеркал, рулевого колеса и дополнительный отопитель. Питание этих устройств заранее отключается перед повторным стартом и на время запуска двигателя блокируется. Для реализации системы Старт-стоп 2009 потребовалось лишь несколько новых элементов. Помимо прочего, это блок управления для контроля АКБ J367 и выключатель для системы Старт-стоп F416. Кроме того, для работы с системой Старт-стоп адаптированы некоторые узлы, например, стартер и генератор.

Имеются варианты системы Старт-стоп как для автомобилей с МКП, так и для автомобилей с КП DSG. Оба варианта трансмиссии отличаются характером управления. Поэтому каждый из двух вариантов системы Старт-стоп отличается особенностями функционирования и управления.

Если ключ зажигания вынуть из замка и снова вставить, то система Старт-стоп включится автоматически. Если скорость автомобиля превышает 3 км/ч, то система Старт-стоп включается. Клавиша включения системы находится в центральной консоли перед рычагом переключения передач. Вид индикации на дисплее комбинации приборов зависит от уровня оснащения автомобиля.

#### Система Старт-стоп в сочетании с механической КП:

Работа системы описана на следующем примере. Автомобиль со скоростью 50 км/ч приближается к светофору с красным сигналом. Водитель переключается на низшую передачу и тормозит до полной остановки автомобиля. Водитель переводит рычаг КП в нейтральное положение и отпускает педаль сцепления. Система Старт-стоп выключает двигатель. Готовность к повторному запуску двигателя подтверждается индикацией символа системы Старт-стоп на дисплее комбинации приборов. Включается зелёный сигнал светофора. Водитель выжимает педаль сцепления. Система Старт-стоп самостоятельно запускает двигатель. Символ системы Старт-стоп на дисплее комбинации приборов гаснет. Водитель включает передачу, разгоняет автомобиль и продолжает движение.

### Система Старт-стоп на автомобиле с КП типа DSG:

Работа системы описана на следующем примере. Автомобиль приближается со скоростью 50 км/ч к светофору с красным сигналом. Водитель тормозит автомобиль до полной остановки. Нога водителя остаётся на педали тормоза. Система Старт-стоп выключает двигатель. Готовность к повторному запуску двигателя подтверждается индикацией символа системы Старт-стоп на дисплее комбинации приборов. Пока светофор не переключится на зелёный, нога водителя по-прежнему остаётся на педали тормоза.

#### Фаза «Старт» (запуск двигателя):

Включается зелёный сигнал светофора. Водитель отпускает педаль тормоза. Система Старт-стоп самостоятельно запускает двигатель. Символ системы Старт-стоп на дисплее комбинации приборов гаснет. Водитель нажимает на педаль газа и продолжает движение.

Функции системы Старт-стоп содержатся в программном обеспечении блока управления двигателем. При этом для выполнения своих функций система соединена со многими узлами и подсистемами автомобиля. Однако для работы системы, контроля за выполнением условий и согласования с другими системами автомобиля требуется намного больше информации. Как было отмечено ранее, для работы системы Старт-стоп блоку управления двигателем, помимо сигналов от педалей акселератора и тормоза, требуется много дополнительной информации.

Прежде всего логика должна установить, что после включения зажигания выполнены все предварительные условия для активирования системы Старт-стоп. Для этого блок управления двигателем должен согласовать работу системы Старт-стоп с другими системами автомобиля. К тому же из-за более частых пусков двигателя (по сравнению с автомобилем без системы Старт-стоп) необходимо постоянно контролировать напряжение АКБ и зарядный ток генератора. Комфорт в салоне должен поддерживаться на установленном уровне и при повторном запуске двигателя. Поэтому при повторном запуске двигателя стабилизатор поддерживает напряжение (12 В), подаваемое на комбинацию приборов, магнитолу, радионавигационную систему и вентилятор. Для того чтобы система Старт-стоп смогла выключить двигатель, помимо необходимых действий, выполняемых водителем со сцеплением, коробкой передач и тормозами, должны быть выполнены также различные условия.

#### Система старт-стоп в Volkswagen Passat b7.

В Passat устанавливается система старт-стоп второго поколения. Система старт-стоп 2:0 имеет следующие основные особенности:

- расширенные возможности индикации (например, отображение причины отказа останова двигателя);
- перемежающийся режим: многократные остановки и пуски двигателя по запросу на неподвижном автомобиле (в том числе и при нахождении рычага селектора в положении P).

Расширенные возможности индикации:

- активность системы старт-стоп или указание, как можно инициировать останов двигателя (например, выключить передачу);
- запрет останова/повторного пуска, водитель не может влиять на систему (например, слишком низкая рабочая температура, неисправность системы);
- запрет на останов/пуск двигателя в результате действия водителя, водитель может влиять на запрет останова (например, отключив функцию оттаивания или закрыв дверь водителя).

При распознанном процессе остановки автомобиля (при наличии соответствующих параметрических условий) двигатель выключается уже начиная со скорости ниже 7 или 2 км/ч (в зависимости от типа коробки передач). Это приводит к повышению уровня доступности системы старт-стоп и, таким образом, к дальнейшему снижению выбросов CO<sub>2</sub>.

**Выводы.** В побочных режимах старт-стоп действительно экономит топливо, а в масштабах мегаполиса снижает темпы загрязнения атмосферы, но реальная экономия в денежном выражении под вопросом, так как обслуживание автомобилей с такой системой будет явно дороже, и долговечность усиленных стартеров будет снижаться.

### *Литература*

1. Соснин, Д.А. Автотроникс / Д.А. Соснин. – М.: Солон-Пресс, 2010.
2. Руководство по ремонту и эксплуатации Volkswagen Passat B7.
3. Малышев, А. Г. Справочник технолога авторемонтного производства / А. Г. Малышев. – М.: Транспорт, 2011. – 432 с.
4. Фастовцев, Г.Ф. Автотехобслуживание / Г.Ф. Фастовцев. – М.: Машиностроение, 2010. – 256 с.
5. Шестопалов С. К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: Учеб. для нач. проф. образования. 2-е изд. / С. К. Шестопалов. – М.: Академия, 2010. – 544 с.

УДК 621.431.73.068

### **Анализ технических характеристик гибридного автомобиля TOYOTA**

*Учащийся группы 07Р4б Алексейчик М.И.,  
преподаватель Самохвал В.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** У гибридной системы есть особенности, которые заключается в том, что в данной системе имеется возможность выбора оптимального режима работы в течение всего времени движения автомобиля,

начиная от режима электромобиля (для достижения наилучшей экономичности) и заканчивая режимом одновременной работы двигателя и тягового электродвигателя, питаемого от аккумуляторной батареи (для получения максимальной мощности).

**Основная часть.** Основные особенности гибридной системы:

- при остановке автомобиля бензиновый двигатель также останавливается, вместо того чтобы работать на холостом ходу с напрасным расходом топлива;

- во время трогания с места, а также при движении с малой скоростью автомобиль приводится в движение с помощью электродвигателя, получающего энергию от высоковольтной батареи. Электродвигатель развивает очень большой крутящий момент даже при трогании с места;

- при движении с повышенными скоростями крутящий момент на колёсах создаётся с помощью бензинового двигателя. но система построена так, что при этом он работает в наиболее эффективном диапазоне частоты вращения коленвала, и его крутящего момента может быть недостаточно для быстрого ускорения. в такие моменты, подключается электродвигатель, потребляющий энергию высоковольтной батареи;

- если автомобиль движется с постоянной скоростью, бензиновый двигатель, работающий в очень энергоэффективном режиме, может развивать большую мощность, чем это необходимо в данный момент. в этом случае избыток мощности бензинового двигателя используется для выработки электроэнергии, которая запасается в высоковольтной аккумуляторной батарее;

- при замедлении (когда педаль акселератора полностью отпущена), бензиновый двигатель автоматически останавливается, чтобы топливо не тратилось бесполезно, кроме того, при рекуперативном торможения кинетическая энергия автомобиля используется для выработки электричества, которое запасается в высоковольтной батарее.

Использование всех этих особенностей позволило максимально снизить потери энергии и создать самый экономичный в мире автомобиль

В автомобилях с гибридным приводом совместно используется источники энергии двух видов: двигатель и электродвигатель, что позволяет пользоваться преимуществами каждого из источников и одновременно компенсировать их недостатки. В результате обеспечивается эффективная работа автомобиля.

В отличие от электромобилей, автомобили с гибридным приводом не нуждаются во внешней подзарядке аккумуляторных батарей. Такими образом, для эксплуатации автомобилей с гибридным приводом не требуется специальная инфраструктура.

В различных областях продолжается техническое совершенствование силовых агрегатов (таких как двигатель и топливная батарея). Гибридная

система представляет собой гибкую систему, в которых используется высокоэффективный силовой агрегат и электродвигатель.

В автомобилях с гибридным приводом имеются высоковольтные электрические цепи. Поэтому при разработке таких автомобилей особое внимание уделялось защите водителей и механиков от поражений электрическим током.

В гибридном приводе реализованы следующие функции:

Остановка двигателя на холостом ходу (для снижения потерь энергии). Двигатель работающий на холостом ходу автоматически останавливается (остановка двигателя на холостом ходу) для сокращения потерь энергии.

Привод EV (эффективное управление приводом). Когда КПД двигателя мал, этот привод дает автомобилю возможность двигаться только за счет энергии электродвигателя. Кроме того, при высоком КПД двигателя он обеспечивает выработку электроэнергии. Такое управление позволяет добиться максимального суммарного КПД автомобиля.

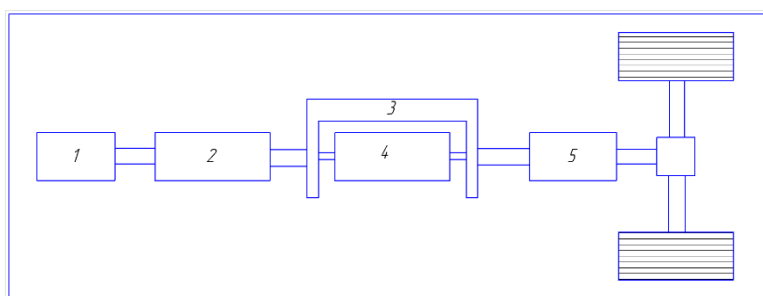
EV MODE. Если водитель нажимает переключатель при выполнении соответствующих условий, автомобиль может двигаться с приводом только от электродвигателя.

Вспомогательное использование электродвигателя. При разгоне мощность электродвигателя добавляется к мощности двигателя

Рекуперативное торможение (рекуперация энергии). Во время замедления, а также при нажатии педали тормоза часть энергии, которая расходуется на тепловые потери, накапливается в виде электрической энергии подлежащей повторному использованию, например, для питания электродвигателя.

Существуют три типа гибридных систем: последовательные гибридные системы, параллельные гибридные системы и смешанные (последовательно-параллельные) гибридные системы.

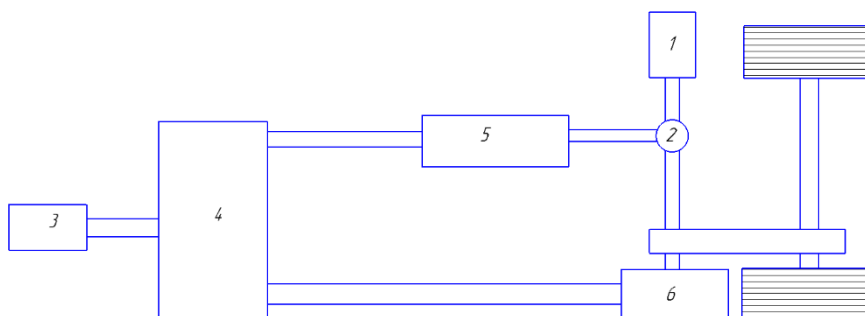
Последовательная гибридная система: для движения автомобиля всегда используется электротяга, при этом электрическая мощность вырабатывается с использованием двигателя внутреннего сгорания. Главное преимущество схемы заключается в том, что в этом случае двигатель всегда работает в оптимальном режиме. Двигатель вращает генератор, который вырабатывает электрический ток для питания тягового электродвигателя. Такой автомобиль может характеризоваться как электромобиль, оснащенный генератором с приводом от двигателя внутреннего сгорания. На рисунке 1 можно увидеть примерную схему.



1 – двигатель; 2 – генератор; 3 – инвертор; 4 – высоковольтная аккумуляторная батарея; 5. – электродвигатель

Рисунок 1 – Последовательная гибридная система

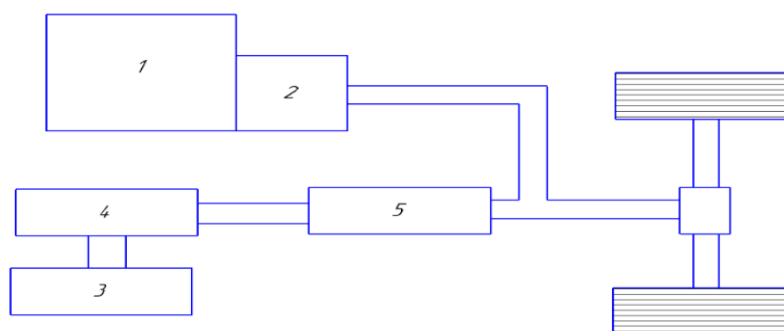
Параллельная гибридная система. Колеса вращаются непосредственно как двигателем, так и электродвигателем. Наряду с дополнением мощности бензинового двигателя электродвигатель также может выполнять функцию генератора, заряжая блок высоковольтной аккумуляторной батареи во время движения автомобиля. Кроме того, автомобиль может перемещаться только под действием электродвигателя.



1 – двигатель; 2 – трансмиссия; 3 – ВАБ (высоковольтная аккумуляторная батарея); 4 – инвертор; 5 – мотор генератор

Рисунок 2 – Параллельная гибридная система

Последовательно-параллельная гибридная система. Характеристики последовательной и параллельной гибридной системы сочетаются. В состав системы входят 2 мотор-генератора. Мотор-генератор №1 позволяет вырабатывать электроэнергию с использованием мощности двигателя, вырабатываемая электроэнергия используется для зарядки ВАБ, а также для питания мотор-генератора №2.



1 – двигатель; 2 – планетарная передача деления мощности; 3 – высоковольтная АКБ; 4 – инвертор; 5 – мотор-генератор №1; 6 – мотор-генератор № 2

Рисунок 3 – Последовательно-параллельная гибридная система

Самый распространенным гибридным автомобилем является Toyota Prius, в нем находится система E-Four-электромотор мощностью 5,3кВт (7,2л.с.) в приводе задних колес, плюс редуктор с очень низким передаточным числом. Цель E-Four обеспечить хотя бы минимально-мощный полный привод, при этом без необходимости прокладывания карданного вала и при минимальных габаритах силового блока. У этой системы есть следующие особенности:

- обеспечение тяговой характеристики. Система обеспечивает высокую устойчивость при трогании с места и разгоне не заснеженных и прочих скользких дорожных поверхностях.

- обеспечение топливной экономичности. Для экономии топлива система использует только привод передних колес. При этом в зависимости от условий движения она может передавать тяговые усилия на задние колеса посредством заднего мотор-генератора (MGR)

В Toyota Prius есть электрорежим (EV) – режим, в котором авто едет только на электротяге и может проехать в таком режиме около 2 км, если батарея полностью заряжена и максимальная скорость не превышает 30–40 км в час. Если рассматривать данный режим более детально, то можно увидеть, что он немного бесполезен, так как Prius сам включает электротягу в любом режиме, когда это нужно. Возможно этот режим – это демо на стоянке, чтобы показать, что авто действительно может ехать только на электротяге.

**Выводы.** Главная задача гибридного автомобиля – снижение расхода топлива, а также снижение вредных выбросов в атмосферу. 78% выбросов углекислого газа за полный цикл обычного автомобиля приходятся на его эксплуатацию и лишь 22% – на все остальное. Поэтому 4% «добавки» на производство и переработку батареи, электромотора и генератора с лихвой компенсируются снижением выбросов на 30% во время езды. Это отличный вариант упрощения самого двигателя автомобиля, что помогает контролировать езду в городе и за его пределами.

### *Литература*

1. Дэниэлс Д. Современные автомобильные технологии / Д. Дэниэлс. – М.: АСТ, 2013. – 224 с.



2. Сысоева С. «Компоненты и технологии» / С. Сысоева. – Журнал №12. – 2009.
3. Руководство по ремонту и эксплуатации Toyota.

УДК 629.1.04

## **Сравнительный анализ микропроцессорных и электронных систем зажигания автомобиля**

*Учащийся группы 03Р4б Карицкий С.С.,  
преподаватель Морозова Е.В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В связи с техническим прогрессом ведущие автоконцерны внедряют в автомобили новейшие технологии. Изменения коснулись большинство систем автомобиля, в частности систем зажигания. На смену системам зажигания предыдущего поколения пришли современные системы зажигания: микропроцессорная система зажигания и электронная система зажигания.

Системы имеют значительные отличия друг от друга по способу формирования основного сигнала зажигания. Однако выходные каскады данных систем зажигания имеют общее схематехническое и конструктивное исполнение.

В условиях развития современного мира и техническим прогрессом ведущие автоконцерны внедряют в автомобили новейшие технологии, позволяющие повысить безопасность и комфорт автомобиля, топливную экономичность двигателя, экологическую безопасность. Изменения коснулись большинство систем автомобиля. На смену системам зажигания предыдущего поколения (контактно-транзисторной и бесконтактной систем зажигания) пришли современные системы зажигания с электронно-вычислительными устройствами управления: микропроцессорная система зажигания (МСЗ) и электронная система зажигания (ЭСЗ).

**Основная часть.** Микропроцессорная система зажигания самая распространенная в системах управления бензиновыми и газовыми двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Может быть использована как автономно, так и совместно с другими подсистемами, образуя систему управления двигателем.

Существует большое количество разновидностей микропроцессорных систем зажигания. В настоящее время наиболее распространено использование, в основном, статических систем распределения зажигания с

индивидуальными и сдвоенными катушками зажигания, но иногда встречаются системы с динамическим распределением зажигания.

Микропроцессорная система зажигания работает по заранее заданной для определенного двигателя внутреннего сгорания программе управления. В микропроцессорной системе зажигания имеется электронная память (постоянная и оперативная) в которую заносят данные программы управления для конкретной конструкции двигателя. Они определяются экспериментальным путем, в процессе разработки электронного блока управления, при помощи испытательного стенда имитируя все возможные режимы работы двигателя при всех возможных условиях его эксплуатации.

Принцип работы микропроцессорной системы зажигания выглядит следующим образом. При включении зажигания на приборной панели загорается контрольная лампа, указывающая на состояние двигателя. В это время микропроцессор работает в режиме самодиагностики. Если система не обнаружила неисправности, после окончания этого режима, контрольная лампа гаснет, или продолжает гореть, если обнаружена неисправность. Если контрольная лампа погасла, это означает, что система исправна и готова к работе. При проворачивании коленчатого вала двигателя стартером по сигналам датчика синхронизации блок управления выдает импульсы электрического тока в катушки зажигания для работы свечей в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Для определения оптимального угла опережения зажигания блок использует данные от всех датчиков и данные, заложенные в его памяти. Блок также управляет работой системы экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ) [1].

К недостаткам МСЗ можно отнести относительно высокую сложность конструкции электронного блока управления, которая влияет, в свою очередь, на не малую трудность при его диагностировании и ремонте.

Микропроцессорные системы зажигания отличаются от электронных по способу формирования основного сигнала зажигания [2].

В МСЗ для формирования сигнала зажигания применяется число-импульсное преобразование при котором параметр процесса задается не временем протекания, а электрическим импульсом.

Функции электронного вычислителя в МПЗ выполняет число-импульсный микропроцессор который работает от электрических импульсов стабилизированных по амплитуде и длительности от цифровых сигналов. Для данного преобразования между входными датчиками и микропроцессором в электронном блоке управления устанавливают число-импульсные преобразователи аналоговых сигналов в цифровые [2].

В ЭСЗ сигнал формируется с применением время-импульсного способа преобразования информации от входных датчиков. Контролируемый процесс задается временем протекания с последующим преобразованием времени в длительность электрического импульса. В электронных системах зажигания контроллер управляется аналоговыми сигналами за счет того, что содержит электронный хронометр.

В ЭСЗ блок управления является самостоятельным конструктивным узлом и называется контроллером.

Несмотря на значительные различия электронных и микропроцессорных систем зажигания, по принципу работы устройств управления, выходные каскады данных систем имеют общее схемотехническое и конструктивное исполнение, при котором каждая свеча зажигания на многоцилиндровом двигателе внутреннего сгорания получает энергию для искрообразования по отдельному каналу. Такое распределение называется статическим или многоканальным [3].

**Выводы.** При проведении сравнительного анализа двух вышеперечисленных систем зажигания новейшего поколения, можно сделать вывод, что микропроцессорная система зажигания на порядок лучше электронной за счет того, что работает по заранее заданным параметрам, которые позволяют обеспечивать качественное сгорание топливовоздушной смеси, тем самым повысить экономичность и экологичность двигателя внутреннего сгорания. Однако микропроцессорная система зажигания имеет свои недостатки в виде низкой надежности, так как в ней присутствует сложный электронный блок управления. В случае отказа диагностика и ремонт представляют собой не малую сложность. Устранить данные недостатки позволят знания устройства и особенностей функционирования системы, а также наличие современного диагностического оборудования.

### ***Литература***

1. Борщенко, Я. А. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие / Я. А. Борщенко, В. И. Васильев. – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2007. – 207 с.
2. Савич, Е. Л. Диагностирование электронных систем управления автомобилей / Е. Л. Савич, А. С. Гурский; Белорусский национальный технический университет. – Минск., 2005. – 22 с. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 30.03.2005 г., № Д200521.
3. Соснин, Д.А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): Учебник для вузов / Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416с.

УДК 629.039.58

### **Анализ конструкций систем видеонаблюдения корпоративных клиентов**

*Учащийся группы 03Р46 Дубовский Д.Г.,  
преподаватель Зыбин О.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Окружающий нас мир и современный ритм жизни, угрозы террористов и криминальных элементов заставляют многие учреждения, организации, а так же обычных людей осуществлять контроль окружающей и внутренней обстановки. Поэтому всё более популярными в нашей жизни становится системы видеонаблюдения.

**Основная часть.** Функции системы видеонаблюдения заключаются не только в передаче изображения на монитор, но и в выделении некоторых важных элементов, например, распознавание лица человека или номера автомобиля. В этом случае системы видеонаблюдения – подобие зрения человека.

Сегодня системы видеонаблюдения являются одним из самых эффективных технических средств обеспечения безопасности, которое позволяет оперативно или по происшествий некоторого срока зарегистрировать факт совершения того или иного противоправного действия, помимо этого установка видеонаблюдения дает возможность контролировать качество работы сотрудников, общую ситуацию на объекте. Необходимое оборудование подбирается в зависимости от целей, которые преследует Заказчик, заказывая установку системы видеонаблюдения. Стоимость оборудования и монтажа системы может сильно различаться в зависимости от поставленных целей. Есть довольно простой способ для определения цены оборудования системы видеонаблюдения. Например, цена цветной камеры видеонаблюдения приблизительно вдвое выше чёрно-белой камеры. Уличная камера видеонаблюдения с автоматической регулировкой диафрагмы (часто бывает очень важно при изменяющемся освещении на улице), где-то в полтора раза больше стоит, чем такая же уличная, камера видеонаблюдения.

Видеонаблюдение – это то, на чем сегодня нельзя и не принято экономить. Сегодня сложно найти объект, где не было бы нужно видеонаблюдение. Именно система видеонаблюдения позволяет вовремя выявить, предупредить или предотвратить правонарушение. Системы видеонаблюдения устанавливаются в банках и супермаркетах, на складах и стройплощадках, на автостоянках, в жилых домах и загородных домах, на автомобилях и строительных машинах.

Системы видеонаблюдения подразделяются на :

- Аналоговая система видеонаблюдения;
- Цифровые (IP-системы видеонаблюдения).

Главным отличием цифровой технологии в видеонаблюдении от аналоговой, является повышенное качество картинки на экране. Естественно, что и стоимость таких систем намного выше.

## 1.1 Аналоговая система видеонаблюдения

Это классическая система на базе аналоговых видеокамер, и передачей сигнала изображения по коаксиальному кабелю.

Все аналоговые видеокамеры имеют матрицу ПЗС (прибор с зарядовой связью). Эти видеокамеры представляют собой оптические устройства, ПЗС-матрицы которых формируют видеосигнал из светового потока, проходящего через объектив и группу линз и попадающего на эту матрицу.

Объективы для камер видеонаблюдения устанавливаются на видеокамеры с целью увеличения дальности ее работы, улучшения технических параметров и приспособления видеокамеры к конкретным условиям работы. Для видеонаблюдения за движущимися объектами используют объективы с переменным фокусным расстоянием - трансфокаторы. В условиях быстро меняющейся освещенности применяют объективы с авто-диафрагмой. На скрытые камеры скрытой системы видеонаблюдения устанавливаются объективы типа Pin-Hole. Поворотные устройства для камер видеонаблюдения. Для расширения угла обзора видеокамеры и слежения за движущимися объектами видеонаблюдения, камеры устанавливают на поворотные устройства. Механизм поворотного устройства перемещает видеокамеру в горизонтальном и вертикальном направлениях, и позволяет оператору системы видеонаблюдения просматривать одной видеокамерой достаточно большие площади охраняемой территории. Базовый блок производит постоянный контроль наличия и исправности всех модулей и клавиатур в системе. По мере необходимости в любой момент времени в систему может быть добавлен или удален любой модуль.

Достоинства:

- Простая установка и настройка
- Хорошая совместимость разных типов камер.
- Низкая стоимость комплектующих
- Широкий выбор в торговой сети.

Недостатки:

- Затруднительное масштабирование крупных схем
- Невозможность зашифровать видеосигнал
- Нет защиты от помех
- Нет таких полезных функции: детектор движения, встроенное аудио и т.д.

## 1.2 (Цифровая) IP-системы видеонаблюдения

Основными компонентами систем сетевого видеонаблюдения являются сетевая камера видеосервер (применяется для подключения аналоговых камер), сеть, сервер и система хранения, а также программное обеспечение для управления системой видеонаблюдения и записи видеоинформации. Сетевые камеры созданы на базе цифровых технологий, поэтому они

обладают возможностями, недоступными аналоговым камерам. Сеть, системы хранения и серверы - стандартное ИТ-оборудование. Способность использовать обычное сетевое оборудование - одно из главных преимуществ сетевого видео.

Типовая система видеонаблюдения состоит из следующих элементов: одна или несколько сетевых камер, компьютер или сетевое хранилище для записи видеоархива. Для работы такой системы также нужна локальная сеть, проводная либо беспроводная (Wi-Fi).

Основные задачи, которые позволяет решать подобная система видеонаблюдения:

- наблюдение за объектом в режиме реального времени с возможностью одновременной записи изображения на сетевое хранилище;
- наблюдение за работой сотрудников и за посетителями;
- запись видео по срабатыванию аппаратного датчика движения и/или внешнего датчика, например, при открытии входной двери и т.д.;
- уведомление на E-Mail по срабатыванию датчиков;
- просмотр записанного видеоизображения с помощью компьютера, как в локальной сети, так и удаленно;
- удаленный просмотр видео в режиме реального времени с мобильного телефона (смартфона).

Достоинства:

- видеосигнал защищён от несанкционированного доступа;
- повышенное качество изображения на мониторе, полученное от камеры;
- возможность переноса видеонаблюдения на другие компьютеры.

Недостатки:

- непростая настройка камер;
- требуется большой объем памяти для хранения видео файлов, ввиду их высокого качества;
- повышенная цена оборудования.

**Выводы.** Система видеонаблюдения – беспристрастный свидетель, который не изменит свои показания под чьим-то давлением.

Применение системы видеонаблюдения любого типа оправдывает себя, и имеет преимущество, по сравнению с другими видами контроля:

- возможности специализированного видеонаблюдения намного выше человеческих органов чувств;
- высокая эффективность контроля. Оборудование видеонаблюдения настроенное квалифицированными специалистами, способно охватить значительную площадь территории, освободив несколько сотрудников охраны. От непосредственного визуального контроля;
- видеокamеры не видны человеку, и поведение людей происходит более естественным образом. На экран монитора передаётся реальная естественная обстановка, что невозможно получить в присутствии сотрудника охраны.

## *Литература*

- 1 Болдин, М.М. и др. Видеонаблюдение и окружающая среда/ М.М. Болдин. – Мн.: Технопринт, 2003.
- 2 Валахов, В.К. Видеокамеры: Основы конструкции. / В.К Валахов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
- 3 Датчин, Б.А. Электронное оборудование иностранных видеокамер/ Б.А. Датчин. - М.: Транспорт, 2004.
- 4 Будович П.И. Проектирование и оптимизация технологических процессов и систем сборки РЭА / П.И. Будович, В.П.Ларин, А.В.Павлова. – М.: Радио и связь, 2009.
- 5 Поповичов, А.Г. Видео устройство: Устройство видеорегистраторов/ А.Г. Поповичов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

УДК 377.031.4

### **Анализ современных противоугонных устройств легковых автомобилей**

*Учащийся группы 07Р4б Карпов Д. С.,  
преподаватель Фоменко Н.К.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В современном мире угон автомобиля не редкое явление. В связи с этим разрабатываются и внедряются всё новые и новые способы его защиты от злоумышленников.

**Основная часть.** Чтобы разобраться в этом вопросе, остановимся для начала на наиболее распространенных вариантах похищения машины. Их три: вариант первый – ее пытаются «увести» из гаража или с долговременной стоянки; вариант второй – кража с кратковременной стоянки (например, от магазина или с бензоколонки); вариант третий – бандитское нападение, когда злоумышленники выкидывают водителя из салона и скрываются на захваченном автомобиле.

Система защиты машины должна строиться с учетом всех трех возможных вариантов посягательства на нее. Первый «рубеж обороны» может быть выстроен еще на подступах к машине – это так называемая система наружной охраны. В случае приближения вора на определенное расстояние она оповещает о возможной опасности хозяина и окружающих. Второй «рубеж» – охрана кузова и салона. Система должна срабатывать в тех случаях, когда вор пытается проникнуть в машину или снять с нее детали (колеса, фары). Но ни одна сигнализация не способна противостоять запуску двигателя и движению автомобиля. Впрочем, в ее задачу это и не входит. Здесь перед

угонщиком должен возникнуть третий «рубеж» – устройства, блокирующие мотор и трансмиссию. Наконец, на случай бандитского нападения существует блокирующая система, срабатывающая после того, как машина отъедет на некоторое расстояние от того места, где на дороге остался ее владелец. В системах наружной охраны обычно используют специальные датчики движения, чаще всего так называемые объемные двухзонные радиоволновые извещатели. Когда в опасной близости от машины появляется движущийся объект, срабатывает датчик, и в тот же момент либо включается сирена, либо на пейджер владельца поступает радиосигнал. Их существенный недостаток – частые ложные срабатывания. При высокой чувствительности датчиков они могут реагировать на ветер или мирно прогуливающуюся рядом с машиной кошку, а при низкой – не подадут сигнал даже если мимо пройдет слон.

Второй «рубеж обороны» – охрана кузова и салона автомобиля. Ее можно организовать с помощью других датчиков. Прежде всего, это работающие на размыкание контактов кнопки, которые устанавливаются в дверных проемах (или используют штатные выключатели освещения салона), а также под капотом и крышкой багажника. Зная расположение кнопок, их относительно несложно заблокировать. Второй тип извещателей – ультразвуковые или радиоволновые датчики изменения объема салона автомобиля, обмануть которые почти невозможно (если только не отключить систему целиком). Наконец, в салоне можно использовать датчики движения. Каждая (или почти каждая) охранная система снабжается сиреной, она включается, когда кто-то вторгается в зону ответственности сигнализации. Наибольшее распространение сейчас получили так называемые автономные сирены со встроенным блоком питания, работающие даже при отключенном аккумуляторе. Многие современные охранные системы оборудуют кроме сирен миниатюрным радиопередатчиком, который посылает на пейджер владельца автомобиля информацию о срабатывании сигнализации. Некоторые системы сообщают даже о том, что произошло с машиной, например, открыты двери или капот, разбито стекло или сняты колеса. В более совершенных противоугонных системах бывает встроен специальный радиомаячок, который включается при несанкционированном движении машины. По его сигналу можно определить координаты похищенного автомобиля. Маячки работают на частотах специальных милицейских радиопоисковых систем, что существенно облегчает поиск похищенного транспорта.

Теперь обратимся к противоугонным системам, не дающим машине уехать. Прежде всего, это разнообразные электронные иммобилайзеры (в дословном переводе – «обездвижители»). Наибольшее распространение получили иммобилайзеры, не позволяющие запустить двигатель или выключающие его в случае нападения на водителя. Простейшие иммобилайзеры блокируют только запуск двигателя, более сложные могут при необходимости двигатель заглушить, например, если злоумышленники выкинули водителя из машины. Наиболее совершенные иммобилайзеры дают возможность машине отъехать от места нападения на несколько десятков или



сотню–другую метров – это делается в целях безопасности оставшегося на дороге водителя. Для современных импортных машин среднего класса больше всего подходят противоугонные системы с цифровым блокировочным реле, датчиками движения (в салоне) и удара. Есть смысл обзавестись и пейджером, который информирует владельца о попытке угона машины с некоторого расстояния. Главная его характеристика – дальность связи – не постоянна. Она зависит от радиопомех, погоды и препятствий на пути распространения радиоволн: железобетонных и металлических конструкций, профиля местности и других. Хорошая противоугонная система должна обладать еще одним свойством – способностью противостоять попыткам подбора или записи цифрового кода ключа ОПУС, поскольку сканер, при помощи которого считывается код, угонщик может купить на радиорынке. В ответ на такую уловку изготовители ОПУС стали использовать в управляющих схемах так называемые динамические системы. В оснащенных ими ключах код многократно меняется не только от одного срабатывания к другому, но даже в процессе срабатывания. Алгоритм смены кода настолько сложен, что практически не поддается дешифровке. В последние годы появились ОПУС четвертого поколения: «Magic Systems» с двойным динамическим кодом (его использование сводит практически к нулю риск изготовления ключей–двойников); «Pantera», ее последние модели имеют динамический код и большой набор защитных функций; «Black Bug», основанная на транспондерной технологии «Texas instruments». Очередная трансформация охранных систем произошла в ответ на появление автомобилей с CAN–шиной – связь с ней через интегрированный в процессорный блок адаптер была реализована впервые все в том же SCHER–KHAN. Данное техническое усовершенствование позволило упростить процесс инсталляции охранных систем. На современном этапе их развития можно выделить три основных бренда – PANDORA, SCHER–KHAN и Star Line. Компании–производители указанных брендов осуществляют наращивание функциональности систем за счет увеличений количества цифровых шин CAN(2), K–LINE. Это ответ на усложнение электрооборудования автомобиля, интеграции GSM– и GPS–модулей в процессорные блоки систем, разработки серверов для реализации телематических функций, использования мобильных устройств для управления различными функциями автомобиля.

**Выводы.** Таким образом, производители автомобильных охранных систем стремятся соответствовать развитию автопрома, ориентируясь на современных людей. Меняются сами машины, развиваются коммуникационные технологии (каналы коммуникации, соцсети), становятся доступнее смартфоны, цифровые технологии занимают все больше места в жизни автомобилиста, становясь для одних развлечением, для других – средством контроля и планирования жизни. В связи с этим развиваются телематические охранные системы и мобильные приложения к ним, позволяющие в режиме реального времени взаимодействовать с движимым

имуществом. Наконец, охранные системы адаптируются под тех, кто не хочет сильно разбираться в технике, предлагая им простоту функционала.

### *Литература*

1. Пехальский, А. П. Устройство автомобилей / А. П. Пехальский, И. А. Пехальский. – М.: Академия, 2005. – 520 с.
2. Соснин, Д.А. Автотроникс / Д.А.Соснин. – М.: Солон–Пресс, 2009.
3. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей / В.Е. Ютт. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009.
4. Яковлев, В.Ф. Учебник по устройству легкового автомобиля / В. Ф. Яковлев. – М.: Третий Рим, 2008. – 78 с.

УДК 377.031.4

### **Анализ экологических систем современного легкового автомобиля**

*Учащийся группы 07Р4б Селезнёв Д. С.,  
преподаватель Фоменко Н.К.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Автомобиль является самым массовым транспортным средством в мире. Очевидно, что это чудо техники наносит большой ущерб экологии и требует решения. Ученые и экологи всей планеты пытаются сделать эксплуатацию автомобиля наиболее безопасной для окружающей среды, разрабатывая и применяя всё новые и новые технологии.

**Основная часть.** Автомобиль является источником загрязнения окружающей среды, что стимулирует непрерывное повышение экологической безопасности. Современные экологические нормы Евро-6, предполагают снижение вредных выбросов за счет изменений в выпускной системе, системе управления двигателем.

Евро 6 является шестым воплощением директивы Европейского Союза по сокращению вредных загрязняющих веществ от выхлопной системы транспортных средств. Стандарт был введен в сентябре 2015 года. С того времени все новые автомобили должны соответствовать этим требованиям. Евро 6 предусматривает снижение вредных веществ в выхлопных газах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями.

Выхлопные газы включают в себя оксид азота (NO<sub>x</sub>), окись углерода (CO), углеводороды (THC и NMHC) и твердых частиц (PM), которые, в

основном выделяются из дизелей в виде сажи. Опосредствованное снижение этих загрязнителей может улучшить экономию топлива и обеспечить низкий уровень выбросов CO<sub>2</sub>.

Euro V и Euro VI технологии сокращения выбросов.

Система рециркуляции выхлопных газов.

При сгорании топлива в цилиндрах двигателя образуется множество токсичных веществ, наибольшую опасность из которых представляют разнообразные оксиды азота. Один из способов снижения количества этих веществ – установка в выпускной системе двигателя каталитического нейтрализатора. Однако есть и еще один путь снизить выбросы в атмосферу оксидов азота – изменить режим горения топливно-воздушной смеси в камере сгорания.

Оксиды азота образуются в камере сгорания вследствие реакции азота и кислорода воздуха при высокой температуре, и чем выше температура, тем активнее идет окисление азота. Поэтому самый простой путь решения проблемы – несколько снизить температуру сгорания топливно-воздушной смеси в цилиндрах. Достигается эта цель с помощью рециркуляции выхлопных газов, то есть – возврата некоторого количества отработанных газов в цилиндры вместе с новой порцией горючей смеси.

Таким образом, система рециркуляции выхлопных газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation) снижает токсичность выхлопа двигателя, значительно повышая его экологичность. Система рециркуляции успешно работает на бензиновых и дизельных двигателях и не применяется только на двигателях, оборудованных турбокомпрессором.

Система рециркуляции имеет массу достоинств и оказывает на двигатель весьма благотворное влияние. В частности, рециркуляция на дизеле делает работу мотора на холостых оборотах более мягкой, а в бензиновых моторах значительно снижает вероятность детонации – это позволяет выставить более ранний момент зажигания и повысить мощность. Также система рециркуляции в бензиновых моторах дает возможность снизить так называемые насосные потери – снижение мощности из-за значительного перепада давления на дроссельной заслонке. Поэтому система рециркуляции только улучшает работу двигателя.

На автомобиле устанавливается две принципиально разные системы рециркуляции отработанных газов, имеющих различное устройство и принцип действия:

- Пневмомеханические EGR;
- EGR с электронным управлением (современная система).

Пневмомеханические системы отличаются простым устройством и надежностью, однако они не всегда могут обеспечить оптимальный режим работы двигателя. Системы с электронным управлением, как понятно из названия, работают под контролем электронного блока управления. Каждая система имеет свои особенности. Система рециркуляции отработанных газов должна работать не всегда: при пуске холодного двигателя, пока он не выйдет

на стабильный режим работы, на холостом ходу, а также при высоких оборотах система рециркуляции только ухудшает работу мотора. В этих режимах выхлопные газы во впускной коллектор не подаются. В системе рециркуляции с электронным управлением используется специальный клапан, однако его открытие и закрытие осуществляется электронным блоком управления, который руководствуется показаниями различных датчиков. В частности, в системе могут быть датчики абсолютного давления, температуры охлаждающей жидкости, расходомера воздуха, температуры воздуха во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки и другие.

Управление клапаном – пневматическое, специально для этого в системе предусмотрен вакуумный насос и управляющие клапаны.

В системах с электронным управлением часто применяется предварительное охлаждение выхлопных газов перед их подачей в камеру сгорания. Причем охлаждение производится только на определенных режимах работы двигателя, управление охлаждением также осуществляется электронным блоком. Система избирательной каталитической нейтрализации (другое название – система селективного каталитического восстановления, Selective Catalytic Reduction, SCR) Система снижает уровень оксидов азота в отработавших газах и, тем самым, позволяет выполнить нормы токсичности Евро 5 и Евро 6. В настоящее время систему каталитической нейтрализации применяет на своих легковых автомобилях Audi, BMW, Mazda, Mercedes-Benz, Mini, Volkswagen. Название системы свидетельствует о том, что нейтрализация отработавших газов происходит избирательно - снижается содержание только оксидов азота. По своему назначению система селективного каталитического восстановления является альтернативой системы рециркуляции отработавших газов. Конструктивно система избирательной каталитической нейтрализации включает бак, насос, форсунку, механический смеситель, восстановительный катализатор, систему электронного управления и систему подогрева. Нейтрализация оксидов азота осуществляется с помощью восстановительного реагента, в качестве которого выступает 32,5% раствор мочевины. Именно при такой концентрации температура замерзания раствора мочевины имеет наивысшее значение. Применяемый в системе SRC раствор мочевины имеет торговое название AdBlue. Бак является резервуаром для хранения мочевины. Объем и количество баков определяется конструкцией системы и мощностью двигателя. В нагнетательную магистраль системы нейтрализации включен электромагнитный клапан обратной перекачки мочевины. При выключении двигателя автомобиля клапан обеспечивает перекачку мочевины из трубопровода обратно в бак. Форсунка впрыскивает определенное количество мочевины в выпускной тракт, а именно в направляющую трубу. Следом за форсункой в направляющей трубе установлен механический смеситель, который дробит капли мочевины для испарения, а также закручивает отработавшие газы для лучшего смешивания с мочевиной. Направляющая труба заканчивается восстановительным катализатором, имеющим сотовую

структуру. Стенки катализатора покрыты веществом, ускоряющим восстановление оксидов. Электронная система управления традиционно включает входные датчики, блок управления и исполнительные устройства. Входными устройствами системы управления являются датчики давления мочевины, уровня мочевины и температуры мочевины, датчик оксидов азота и датчик температуры отработавших газов. Датчик давления мочевины контролирует давление, создаваемое насосом. Датчик уровня мочевины следит за уровнем мочевины в баке. Информация об уровне и необходимости дозаправки системы выводится на комбинацию приборов и сопровождается звуковым сигналом. Датчик температуры обеспечивает измерение температуры мочевины. Датчик оксидов азота определяет содержание оксидов азота в отработавших газах после каталитической нейтрализации и поэтому устанавливается после восстановительного катализатора. Датчик температуры отработавших газов непосредственно запускает процесс нейтрализации при достижении отработавшими газами температуры 200°C. Сигналы от входных датчиков поступают в электронный блок управления, в качестве которого выступает блок управления двигателем. В соответствии с заложенным алгоритмом по команде блока управления активизируются определенные исполнительные устройства: электродвигатель насоса, электромагнитная форсунка, электромагнитный клапан обратной перекачки, а также поступают сигналы в блок управления системой подогрева. Впрыскиваемая форсункой мочевина подхватывается потоком отработавших газов, перемешивается и испаряется с помощью смесителя. На участке до восстановительного катализатора мочевина распадается на аммиак и углекислый газ. В катализаторе аммиак вступает в реакцию с оксидами азота, в результате которой образуются безопасные азот и вода.

**Выводы.** Экологические проблемы, связанные с использованием традиционного моторного топлива в двигателях транспортных средств, актуальны не только для Белоруссии, но и для всех стран мира. Во многих странах мира приняты жесткие требования по экологизации автотранспорта. В результате с 2013 года по 2017 год количество вредных веществ в отработанных газах автомобилей за рубежом снизилось примерно в два раза. За последние 40 лет содержание токсичных компонентов уменьшилось на 70%. Косвенно эти требования коснулись и Республику Беларусь - к нам хлынул поток зарубежных автомобилей, которые в развитых странах были признаны экологически не безопасными, тем самым пополнив отечественный автопарк автомобилями, наносящими колоссальный ущерб экологии наших городов.

В настоящее время многие зарубежные моторостроительные фирмы взяли курс на решение задачи достижения нулевой токсичности отработанных газов. Их многолетний опыт показывает, что добиться этого можно только в случае использования альтернативных (не нефтяных) видов моторного

топлива. Именно поэтому, практически все перспективные экологически чистые автомобили, проектируются под альтернативные виды топлива.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что существует необходимость принятия широкомасштабных и комплексных мер по предотвращению, нейтрализации или хотя бы существенному сокращению тех негативных последствий, которые возникают при эксплуатации МТС.

### *Литература*

1 Болбас, М. М. Транспорт и окружающая среда. / М. М. Болбас. – Минск: Технопринт, 2003.

2 Графкина, М. В. Экология и автомобиль. / М. В. Графкина, В. А. Михайлов. – М.: 2010.

3 [Графкина, М. В. Экология и экологическая безопасность автомобиля / М. В. Графкина, В. А. Михайлов, К. С. Иванов.](#) – М.: 2009.

4 Система избирательной каталитической нейтрализации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autoopt.ru/articles/products/3853576>

5 Система избирательной каталитической нейтрализации [Электронный ресурс]. URL: <http://systemsauto.ru/output/selective-catalytic-reduction.html>