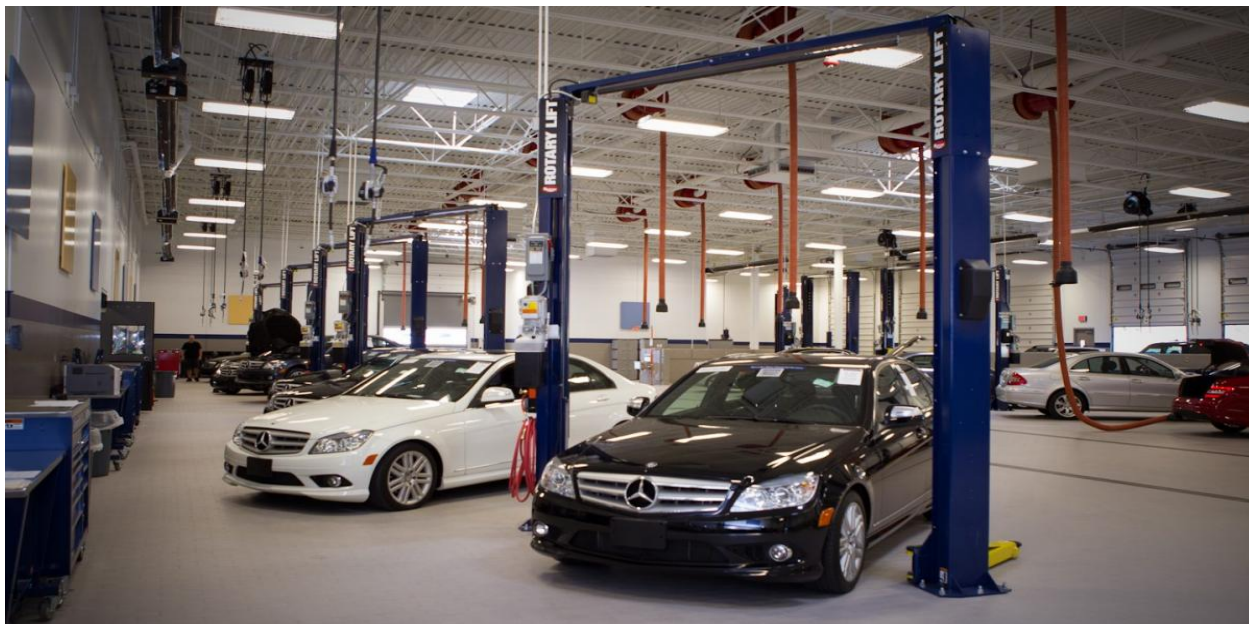


ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

Инновации Трансфер технологий Интеллектуальная собственность

№ 5 (241)
2020



СЕРВИС ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ МАШИН

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

Международный научно-практический журнал

IZOBRETATEL

2020, 5 (241)

Издается с 1999 года.

Свидетельство о регистрации № 1236 от 08.02.2010 г.

Выдано Министерством информации Республики Беларусь

Журнал утвержден ВАК в перечне изданий для публикации результатов диссертационных исследований

Издается при участии:

Национальной академии наук Беларуси,
Государственного комитета по науке и технологиям,
Республиканского центра трансфера технологий,
Белорусского общества изобретателей и рационализаторов,
Белорусской научно-промышленной ассоциации,
Белорусского научно-технического союза,
Белорусского инженерного общества,
УП «Азгар-ФТО»

Научный редактор *В.С. Ивашко*

В номере:

История «Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей3
Научные публикации.....10

Главный редактор *Павел Стасевич*

E mail: izobretatel1@yandex.ru

НАШ САЙТ В ИНТЕРНЕТЕ: WWW.IZOBRETATEL.BY

Распространение:

Республика Беларусь, Россия, Украина, Казахстан, Германия, Литва, Латвия, Болгария, Молдова.
Материалы публикуются на языке авторов. За достоверность информации в рекламе ответственность несет рекламодатель. Воспроизведение или размножение опубликованных материалов допускается с письменного разрешения редакции. Рукописи не возвращаются.

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.П. ДОСТАНКО,
академик,
заслуженный изобретатель СССР,
член РС БОИР

П.А. ВИТЯЗЬ,
Академик НАН Беларуси

В.Г. БАРСУКОВ,
Белорусский научно-технический союз

П.Н. БРОВКИН,
Национальный центр интеллектуальной собственности

А.А. СКВОРЧЕВСКИЙ,
Республиканский Совет БОИР

А.И. ШВЕЦ,
Белорусская научно-промышленная ассоциация

Р.Н. СУХОРУКОВА,
Республиканская
Научно-техническая библиотека

А.А. УСПЕНСКИЙ,
Республиканский центр трансфера технологий

В.С. ИВАШКО,
Белорусский национальный технический университет

С.И. АБРАЖЕВИЧ,
Минский областной совет БОИР

Э.С. КАШИЦКИЙ,
Институт физиологии НАН Беларуси

В.П. ОГУРЦОВ,
УП «Азгар-ФТО»

Ю.И. РОГОВОЙ,
Белорусское инженерное общество

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей» Белорусского национального технического университета обеспечивает подготовку специалистов для всех видов транспортных предприятий Республики Беларусь путем реализации образовательных программ по специальностям 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», 1-37 01 07 «Автосервис» по дневной и заочной форме получения образования и **магистров** по специальности **1-37 80 01 "Транспорт"**. На кафедре ведётся подготовка студентов для других специальностей автотракторного факультета: 1-37 01 02-01 «Автомобилестроение», 1-37 01 08 «Оценочная деятельность на автомобильном транспорте», 1-27 02 01 «Транспортная логистика» (автомобильный транспорт), 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» (автомобильный транспорт), а также для направления специальности 1-37 01 06-02 «Техническая эксплуатация автомобилей (военная автомобильная техника)» военнотехнического факультета и специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)» инженерно-педагогического факультета. Осуществляется выпуск специалистов в среднем 90-110 человек в год, из них по дневной форме обучения – 50-60 человек. Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей» была создана в мае 1946 года на механическом факультете Белорусского политехнического института. В момент создания кафедры имела название «Ремонт и эксплуатация автомобилей». Первым заведующим кафедрой был кандидат технических наук, доцент Самко Александр Степанович.



Самко Александр Степанович окончил Белорусский сельскохозяйственный институт (1926). Научный сотрудник. Директор и заместитель директора по научной части на Белорусской научно-исследовательской станции механизации сельского хозяйства в г. Минске (с 1926). Заведующий лабораторией в Институте механизации сельского хозяйства АН БССР, одновременно исполнял обязанности заведующего кафедрой ремонта и эксплуатации автомобилей в БПИ (1947-1950). Заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт» (1962-1967). Доцент (1932). Кандидат технических наук (1935). Автор более 30 научных работ, в том числе 5 изобретений в области механизации, нескольких монографий.

В 1951 году состоялся первый выпуск - 29 инженеров по специальности «Ремонт и эксплуатация автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин», а в 1952 году - 24 человека по специальности «Автомобильный транспорт». Первыми преподавателями и сотрудниками кафедры были: Горин Д.И., Бобченко Л.И., Апанасенко В.С., Савич А.С., Петухов Е.И. Они создавали учебно-методическую, материально-техническую и научную базу для организации учебного процесса, подготовки специалистов для автомобильных предприятий всех республик советского союза.

ИСТОРИЯ



Савич Александр Семенович окончил БПИ в 1957 г. по специальности «Эксплуатация автомобильного транспорта». Работал на Минском авторемонтном заводе (1958). С 1958 г. по 2013 работал на кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей». Автор 16 учебников и учебных пособий с грифом министерства образования РБ. За труд награжден Министерством высшего образования СССР нагрудным знаком «За отличные успехи в работе», юбилейной медалью «За доблестный труд», 1996 г. – нагрудным знаком «Почетный транспортник», многими почетными грамотами министерства образования РБ и БНТУ. В 70-ые годы неоднократно являлся победителем соцсоревнований.



С 1968 г. по 1974 г. кафедру возглавлял кандидат технических наук, доцент **Азаренко Василий Климентьевич**.

Окончил механический факультет БПИ (1951), аспирантуру БПИ (1957). Младший научный сотрудник, ученый секретарь НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Академии сельскохозяйственных наук БССР (1957-1959). Заместитель директора по научной работе Белорусской научно-исследовательской станции механизации сельского хозяйства АСХН БССР (1959-1960). Доцент кафедры «Автомобильный транспорт» БПИ (1960-1968). Кандидат технических наук (1958).

Участник Великой Отечественной войны (1941-1945). Неоднократно был ранен. Награжден тремя боевыми орденами и медалями.

В этот период усиливается связь с производством, устанавливаются тесные связи с автомобильным и авторемонтным заводами, автотранспортными предприятиями города и республики. на кафедру приходят новые преподаватели; **Щебров В.М., Ванчукевич В.Ф., Титов Ю.И., Кузьменко Б.Н., Капустин Н.М., Щерба Н.И., Болбас М.М., Титков В.И., Казацкий А.В., Самко Г.А., Флерко И.М., Расолько А.М.**



Болбас Михаил Матвеевич в 1974-1975 гг. исполнял обязанности заведующего кафедрой - кандидат технических наук, доцент.

Окончил БПИ (1962), аспирантуру при кафедре «Автомобильный транспорт» (1969), профессора кафедры (1992), имеет большой опыт научной и педагогической работы.

Автор 125 научных, учебных и учебно-методических работ, в том числе 20 учебников и учебных пособий, 1 образовательного стандарта. Подготовил 2-х аспирантов, которые защитили кандидатские диссертации.

Награжден почетными грамотами БНТУ, Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь, нагрудными знаками «Ганаровы транспартнік» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и «Отличник образования» Министерства образования Республики Беларусь. Заслуженный работник образования Республики Беларусь. Награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР.

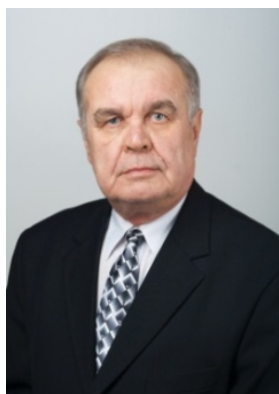
ИСТОРИЯ



С 1975 г. по 1990 г. кафедру возглавлял д.т.н., профессор **Шумик Сергей Васильевич**

Доктор технических наук по специальности «Автомобили и тракторы» (1980). Профессор (1982). Автор 198 научных работ, в том числе 10 изобретений, 4 учебников и учебных пособий, предназначенных для подготовки инженеров-механиков по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». Научные работы посвящены проблемам надежности и технической эксплуатации автомобилей. Участник Великой Отечественной войны. Награжден 15 правительственными наградами.

В 70-ые – 80-ые годы кафедра пополнилась такими преподавателями как **Пашин А.Д., Савич Е.Л., Поклад Л.Н., Сай А.С., Ярошевич В.К., Смольская В.С.**



Савич Евгений Леонидович, кандидат технических наук, профессор. Автор 132 научных и учебных работ, в том числе 7 учебников и 12 учебных пособий с грифом Министерства образования РБ, 4 монографии, 3 образовательных стандарта, 6 патентов. Подготовил 6 аспирантов, 3 из которых стали кандидатами технических наук и 6 магистрантов. Награжден знаком «Ганаровы транспартнік», (получал персональную надбавку Президента Республики Беларусь,).



С 1990 г. по 2007 г. кафедру возглавлял - д.т.н., профессор **Ярошевич Владимир Кириллович**

Окончил БПИ, специальность «Автомобильный транспорт» (1962), аспирантуру ЦНИИМЭСХ (1969). Инженер в автохозяйствах Витебского облавтотреста. Старший научный сотрудник Института проблем надежности и долговечности машин, ученый секретарь Отделения физико-технических наук АН БССР (1969-1981). Доцент (с 1981). Доктор технических наук (1987), профессор (1990). Ученый в области восстановления и упрочнения деталей машин металлическими порошками. Автор более 350 научных трудов, в том числе 5 монографий. 13 учебников и учебных пособий и 85 изобретений.

В этот период кафедра пополнилась такими преподавателями как **Гурский А.С., Лагун Е.А.**



С 2007 г. по 2014 г. кафедру возглавлял к.т.н., доцент **Сай Александр Сергеевич**. Окончил БПИ, специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство» (1978), Академию управления при Президенте Республики Беларусь (2004). Стажер-преподаватель, ассистент, старший преподаватель, доцент. Кандидат технических наук (1990), доцент (1993). Автор 93 научных трудов, 36 изобретений. Награжден почетными грамотами БНТУ, Министерства транспорта и коммуникаций.

В этот период кафедра пополнилась такими преподавателями как **Потапов, Ивашко В.С., Кручек А.С.**



Коллектив кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» (2010)



С 2014 г. по 2019 г. кафедрой возглавлял д.т.н., профессор **Ивашко Виктор Сергеевич**.

Окончил БИМСХ по специальности «механизация с/х» (1973), аспирантуру БПИ (1978), к.т.н (1979), д.т.н (1991), профессор (2000), Лауреат Государственной премии Республики Беларусь (2001). Действительный член Международной инженерной академии (1999) и Российской инженерной академии (иностранский) (2015). Председатель ОО «Белорусское инженерное общество» Избирался вице-президентом Международной инженерной академии (2004-2012). Автор и соавтор более 500 работ, в том числе более 100 авторских свидетельств и патентов на изобретение, 15 монографий, более 20 методических пособий, в том числе 4 учебных пособий с грифом Министерства образования Республики Беларусь. 1 учебника, с грифом Министерства образования Республики Беларусь и Российской Федерации. Подготовил 6 кандидатов технических наук и 5 магистров. Награжден Почетными грамотами НАН Беларуси, ФФИ Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Минского областного исполнительного комитета, Белорусского государственного аграрного технического университета, Белорусского национального технического университета и многих других организаций Республики Беларусь. Награжден Памятным знаком «У гонар заснавання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», Нагрудным знакам «За уклад у развіццё парашковай металургіі». Почетным Юбилейным Знаком в ознаменовании 100-летия со дня рождения Г.К. Жукова.

В этот период кафедра пополнилась такими преподавателями как **Буйкус К.В., Изойтко В.М., Протасевич В. А., Лойко В.А., Макаров В.А., Иванис П.В.** А также было проведено оснащение лабораторий кафедры современным оборудованием для технического обслуживания, диагностирования и ремонта.

ИСТОРИЯ



Буйкус К.В. С 2000 по 08.2006 г.г. — ассистент, старший преподаватель, доцент кафедры «Ремонт тракторов, автомобилей и сельхозмашин» БГАТУ, старший научный сотрудник НИЧ БГАТУ (2006), ведущий научный сотрудник НИЧ БГАТУ (2008). С 2008 по 2010 — доцент кафедры «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» БНТУ. С 08.2010 по настоящее время является доцентом кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ. В 2011 году было присвоено звание доцент. В 2016 году награжден грамотой БНТУ.

Автор и соавтор 234 публикаций, среди которых 17 статей в изданиях перечня ВАК, 52 патента, 4 монографии, 3 учебных пособия с грифом Министерства образования Республики Беларусь, 1 учебник с грифом Министерства образования Республики Беларусь, 33 учебно-методических пособия.



С 2019 года заведующим кафедрой является **Гурский Александр Станиславович**. Окончил БГПА по специальности «Техническая эксплуатация автомобилей» (2000), аспирантуру БНТУ (2003), к.т.н. (2004), доцент по специальности «Транспорт» (2007). В 2006 году награжден грамотой БНТУ, а в 2015 году Почетной грамотой БНТУ. В 2017 году окончил РИИТ БНТУ по специальности «Менеджмент учреждений профессионального образования». Автор 57 публикаций, среди которых 10 статей в изданиях перечня ВАК, 2 патента на изобретения, 2 монографии, 3 учебника с грифом Министерства образования Республики Беларусь, статьи, тезисы докладов, лабораторные практикумы и учебные пособия.

С 2018 года соискатель ученой степени доктора технических наук по специальности «Транспорт». Руководитель аспирантов и магистрантов кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей».

В этот период кафедра пополнилась такими преподавателями как **Серебряков И.А., Климов Ю.В., Тиво Д.А.**

На кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей» на протяжении всего периода существования, наряду с проведением учебного процесса, проводились научные исследования по направлению технического обслуживания и ремонта транспортных средств. В данном направлении ведутся разработки методов и средств повышения ресурса автомобилей, создания методических основ оптимизации систем диагностирования, технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств. В направлении ремонта проводится работа по восстановлению компонентов автотранспортных средств путем нанесения покрытий и последующей обработки.

В начале 80 гг. при кафедре была создана научная лаборатория. Это позволило сконцентрировать силы кафедры на важнейших научных направлениях, а также поднять эффективность научно-исследовательской работы на новый уровень. На основе хозяйственных договоров выполнялись заказы автотранспортных предприятий и заводов, в частности МАЗа. В те годы активизировалась изобретательская деятельность. Пашиным А.Д., Расолько А.М., Шумином С.В., Саем А.С. созданы изобретения не только эксплуатационного, но и конструкторского характера. В 1986 г. кафедра награждена Почетной грамо-

ИСТОРИЯ

той БПИ за первое место в изобретательской работе. В результате совместной работы кафедры с МАЗом сотрудниками кафедры Савичем А.С., Кучуром С.С., Зенкевичем Е.И. под руководством Шумика С.В. созданы и внедрены Положения о техническом обслуживании и ремонте многоосных автомобилей семейства МАЗ и карьерных автомобилей семейства БелАЗ, методика и комплекс программных средств для ЭВМ по расчету и прогнозированию показателей надежности автомобилей на стадиях разработки, изготовления и эксплуатации. Новые технические решения защищены 270 патентами на изобретения. По направлению технической эксплуатации проводились такие научные работы, как «Управление эффективностью и прогнозирование технического состояния агрегатов автомобилей МАЗ», «Совершенствование производственно-технической базы и технологий технического обслуживания и ремонта автомобилей и автобусов МАЗ». По направлению ремонта и восстановления компонентов автотранспортных средств проводились такие научно-исследовательские работы, как «Получение из потоков плазмы катодно-дугового разряда и исследование композиционных покрытий на основе алмазоподобного углерода и оксикарбонитридов металлов для режущего инструмента и плунжеров топливной аппаратуры дизельных двигателей», «Исследование фрактальных параметров структуры никельхромовых газотермических покрытий, прогнозирование их физико-механических характеристик и эксплуатационных свойств», «Исследование и разработка технологии формирования эрозионно-стойких слоев на рабочих поверхностях деталей теплоэнергетического оборудования путем обработки концентрированными потоками энергии (лазерным излучением и электроискровой обработкой)», Разработка нанокристаллических и аморфных композиционных покрытий на основе карбонитридов рефракторных металлов и алмазоподобного углерода инженерно-технического назначения и специальных материалов для их изготовления и других.

В настоящее время проводятся работы по совершенствованию организации и технологии технического обслуживания и ремонта механических и электрических транспортных средств с использованием транспортной телематики, мониторинга и дистанционной диагностики транспортных средств.

Кафедра поддерживает тесные связи с предприятиями автотранспорта и автосервиса, на базе которых проводятся различные виды производственных практик а также совместные научные проекты.

Гордостью кафедры являются ее выпускники. Сегодня в Республике практически нет транспортных организаций, авторемонтных предприятий, организаций автосервиса, где не работали бы наши специалисты. Среди выпускников кафедры известные государственные и общественные деятели, видные ученые, руководители министерств, крупных предприятий, организаций:

– **Дражин В.Н.** – заместитель Премьер-министра Республики Беларусь (2001 – 2005 гг.), Чрезвычайный и Полномочный Посол Республики Бе-

ИСТОРИЯ

ларусь в Литовской Республике и Финляндской Республике (по совместительству);

– **Боровой М.И.** – Министр транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (2001 – 2005 гг.), Председатель правления ЗАО «Белавтогаз»;

– **Сосновский В.Г.** – Министр транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (2005-2009гг.), Председатель общественного объединения «Белорусский союз транспортников»;

– **Алферчик Н.Г.** – зам. министра автотранспорта БССР (1971-1991 гг.);

– **Бачило Л.Л.** – зам., первый зам. министра транспорта БССР (1974-1988 гг.);

– **Пшеничный В.П.** – первый зам. министра транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (1993-1994гг.), заместитель, первый заместитель руководителя Аппарата Совета министров Республики Беларусь (1994-2000, 2003-2007гг.);

– **Уласень В.Г.** – зам. министра транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (1995-2006 гг.);

– **Верховец Н.П.** – первый заместитель Министра транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (2002 – 2010гг.);

– **Шульга Ч.К.** – заместитель Министра спорта и туризма Республики Беларусь;

– **Чудников О.А.** – начальник Управления ГАИ МВД Республики Беларусь (1994 – 2001 гг.);

– **Пелогейко В.В.** – председатель Витебского горисполкома (1996 – 2003 гг.);

– **Николайкин В.П.** – Председатель Витебского горисполкома (2009г. – настоящее время);

– **Ильющенко А.Ф.** – Генеральный директор государственного научно-производственного объединения порошковой металлургии, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, Лауреат Государственной премии Республики Беларусь;

- **Самойло С.В.** - Управляющий ООО «Управляющая компания МАХ Атдант-М»;

– **Папенюк Л.Т.** – Генеральный директор государственного предприятия «Минсктранс»;

– **Стельмах А.И.** – Генеральный директор СОАО «Минск-Лада».

Зав. кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» А.С. Гурский

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Редколлегия:

Бородуля В.А. – доктор технических наук, профессор, член корреспондент НАН Беларуси
Герасимович Л.С. – доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси
Губкин С.В. – доктор медицинских наук, профессор
Девойно О.Г. – доктор технических наук, профессор
Ивашко В.С. – доктор технических наук, профессор
Логинов В.Ф. – доктор географических наук, профессор, академик НАН Беларуси
Саранцев В.В. – кандидат технических наук, доцент, ответственный секретарь
Лыньков Л.М. – доктор технических наук, профессор
Ролевич И.В. – доктор медицинских наук, профессор

СОДЕРЖАНИЕ:

- 1 *Гурский А.С., Ивашко В.С.* АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛОГОВОГО ДАТЧИКА РАСХОДА ТОПЛИВА В СИСТЕМЕ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА..... 11
- 2 *Буйкус К.В.* НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ С ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЕМОЙ ФОРМОЙ ИМПУЛЬСА.....22
- 3 *Терашкевич В.Н.* НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ В ОРГАНАХ ПОГРАНИЧНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ32

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛОГОВОГО ДАТЧИКА РАСХОДА ТОПЛИВА В СИСТЕМЕ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА

Гурский А.С., канд. техн. наук, доцент
Ивашко В.С. д-р техн. наук, профессор

Белорусский национальный технический университет

Аннотация. Расчет периодичностей технического обслуживания и трудоемкостей текущего ремонта транспортных средств с учетом корректировочных коэффициентов требует оперативного контроля транспортного средства по объему выполненной работы при движении в различных условиях эксплуатации при считывании комплекса эксплуатационных параметров. Основным датчиком в комплексе является датчик расхода топлива. Точность информации, получаемой от этого датчика влияет на результаты обработки информации всего комплекса параметров. В работе проводится анализ возможности использования аналогового сигнала датчика расхода топлива для расчета часового расхода топлива. Определяется погрешность измерения в различных режимах прохождения топлива через датчик, а также системы преобразования и передачи информации на сервер. Определяется возможность использования датчика в качестве эталона при проведении испытаний, а также возможность использования датчика данного типа в системе расчета корректирующих коэффициентов технического обслуживания и трудоемкостей текущего ремонта транспортных средств и фактического выполнения транспортной работы.

Ключевые слова: расход топлива, датчик, погрешность, периодичность, техническое обслуживание, коэффициент.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING AN ANALOG FUEL CONSUMPTION SENSOR IN THE SYSTEM FOR CORRECTING THE PERIODICITY OF MAINTENANCE AND THE COMPLEXITY OF ROUTINE REPAIRS

Gurski A.S. Doctor of Philosophy, associate Professor
Ivashko V.S. Doctor of Technical Sciences, Professor

Belarusian National Technical University

Abstract. Calculation of the periodicity of maintenance and repair of vehicles, taking into account the correction factors, requires operational control of the vehicle in terms of the volume of work performed while driving in various operating conditions when reading a complex of operational parameters. The main sensor in the complex is the fuel consumption sensor. The accuracy of the information received from this sensor affects the results of information processing of the entire complex of parameters. In work analyzes the possibility of using the analog signal of the fuel consumption sensor to calculate the hourly fuel consumption. The measurement error is determined in various modes of fuel passage through the sensor, as well as the systems for converting and transmitting information to the server. The possibility of using a sensor as a reference during testing is determined, as well as the possibility of using a sensor of this type in the system for calculating correction factors for maintenance and current repairs and the actual performance of transport work.

Keywords: fuel consumption, sensor, error, periodicity, maintenance, coefficient.

Введение. При выполнении исследований транспортной телематики и дистанционной диагностики для совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств наибольшую информативность дает привязка полученных результатов к параметрам, считываемым непосредственно с транспортных средств с определенным интервалом времени: скорость движения транспортного средства (V) и расход топлива (P_T) [1]:

$$K_1 = f(V(t), P_T(t)). \quad (1)$$

С учетом условий эксплуатации коэффициент K_1 будет определяться путем считывания данных с заданным интервалом с последующим вычислением среднего значения, после чего с этим же интервалом корректируются нормативные значения.

При определении нагрузки используются параметры мгновенного или среднего расхода топлива, которые можно определять как с использованием датчиков расхода топлива и уровня топлива, так и с использованием данных длительности впрыска топлива форсунками, а также данными промежуточных расчетов в CAN-шине передачи данных транспортного средства [2]:

$$P_T = f(t_{inj}(t)), \quad (2)$$

где t_{inj} – длительность впрыска топлива.

Коэффициент K_2 учитывает модификацию транспортных средств и организацию работы и используется для определения пробега до КР (списания), трудоемкости ТО, моечных работ и ТР [1]:

$$K_2 = f(VIN) \cdot f(n_{KB}(t), P_T(t), N(t)), \quad (3)$$

где VIN – идентификационный номер транспортного средства; n_{KB} – частота вращения коленчатого вала; N – нагрузка на ось транспортного средства.

Расчет K_2 производится с тем же интервалом что и K_1 , после чего производится корректировка нормативных данных.

Основная часть. Измерение расхода топлива может быть произведено несколькими способами: прямыми и косвенными. Для корректирования периодичности ТО и трудоемкости ТР при использовании в транспортной телематике при контроле расхода топлива необходимо выявить способы и средства, обладающие относительной простотой и высокой информативностью и достоверностью.

Самым точным способом измерения следует считать способ измерения расхода топлива расходомером. Датчики расхода топлива бывают различных способов функционирования и обладают различной точностью [3].

Измерение с помощью аналогового датчика расхода топлива производится на стенде «Современные технологии контроля расхода топлива и мониторинга транспорта». Расположение компонентов и органов управления представлено на рис. 1.

Внешний вид датчика расхода топлива представлен на рис. 2.

В соответствии с классификацией датчиков определяем основные параметры и возможности представленного датчика DFM 100С. Число 100 указывает на максимальный расход топлива, способный измерить датчик в литрах в час. Буква С указывает на исполнение датчика с экраном и расширенными возможностями.

Для определения параметров и снятия характеристик датчика, его необходимо подключить в соответствии со схемой, представленной на рис. 3.



Рисунок 1 – Компоненты и органы управления стенда в режиме проверки датчика расхода топлива



Рисунок 2 – Внешний вид ДРТ и ключа-таблетки: 1 – ЖК-дисплей ДРТ; 2 – ключ-таблетка; 3 – Зона воздействия ключа-таблетки для переключения экранов ЖК-экран [4]

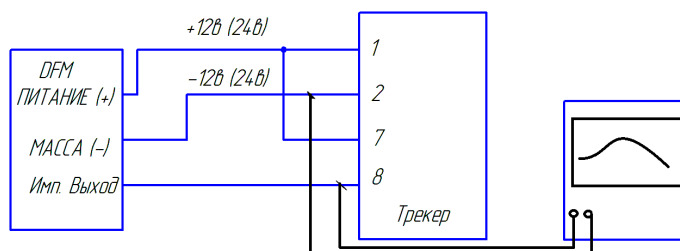


Рисунок 3 – Схема подключения осциллографа в цепь датчика и трекера

Определение параметров выходного сигнала расходомера топлива DFM. Источником сигнала в датчике является геркон МК-4-1А71В-500W фирмы MEDER. Датчики могут иметь два типа выходного сигнала: нормированный и ненормированный. Особенностью работы датчиков расхода топлива с ненормированным импульсом является небольшой разброс количества импульсов на 1 литр топлива в каждом отдельно взятом расходомере DFM. Данное обстоятельство связано с особенностями производства измерительных камер расходомеров.

Для каждого прибора количество импульсов, генерируемых при протекании одного литра топлива, указано в паспорте и отмечено на интерфейсном выходе. Расходомеры топлива DFM с нормированным импульсом (DFM серии АК, В, С, СК) генерируют четко определенное количество импульсов на литр топлива. Нормализация импульсов выходного сигнала осуществляется встроенной электронной платой, которая настраивается на заводе-изготовителе. В работе мы будем использовать датчик расхода топлива с нормированным импульсом. В соответствии со спецификацией выходной сигнал выглядит следующим образом рис. 4.

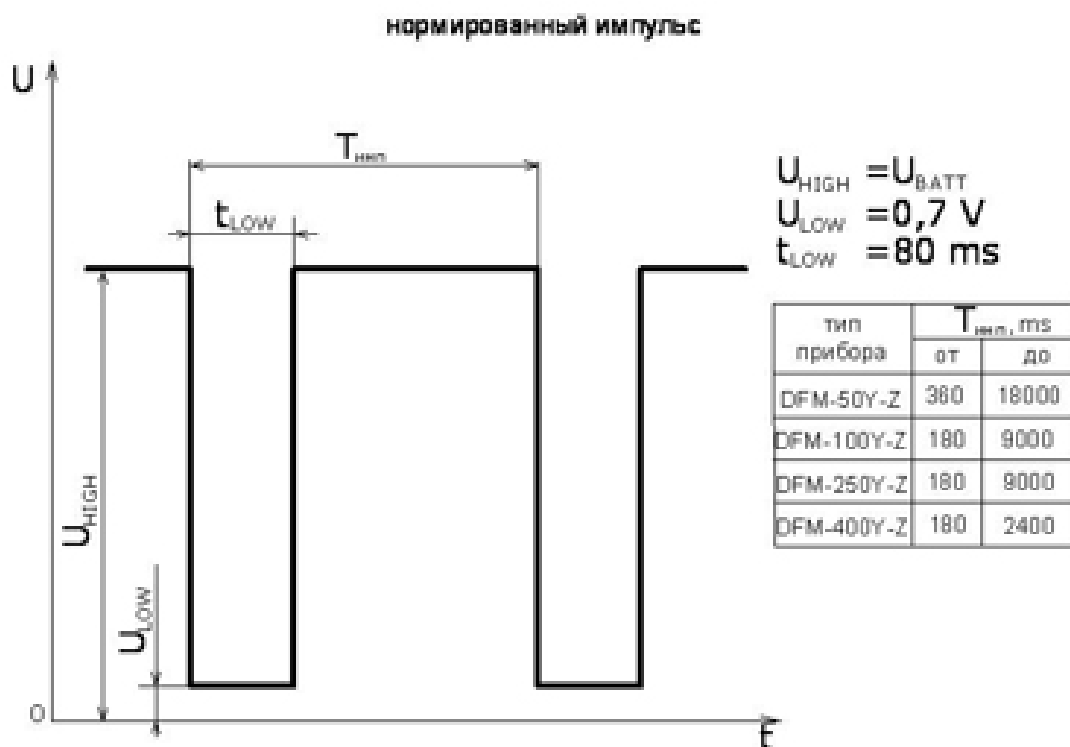


Рисунок 4 – Форма и параметры электрического сигнала датчика расхода топлива

Максимальная скорость истечения топлива для данного датчика составляет 100 л/ч, что соответствует 1,67 л в минуту [5]. При выполнении испытаний были получены осциллограммы сигнала датчика расхода топлива. С целью повышения точности были сняты показания по три раза на одних и тех же режимах. Фактическое количество топлива определялось по объему топлива перекачиваемому в мензурку. В результате опыта было выявлено что при объеме перекачанного топлива 120 мл количество полных импульсов составляет 24, следовательно за период одного полного импульса объем соответствует 5 мл. Эту величину примем за постоянную для данного датчика расхода топлива. На первом этапе производим расчет параметров электрического сигнала датчика расхода топлива в соответствии с рисунком: длительность импульса с низким уровнем напряжения, длительность импульса с высоким уровнем напряжения, период полного электрического импульса, коэффициент заполнения импульсов, период следова-

ния n -го количества импульсов, среднее значение периода импульсов, погрешность измерения импульсов, относительная погрешность измерения импульсов, абсолютная и относительная погрешность коэффициента заполнения импульсов.

Для обработки данных определяются характерные точки на осциллограмме для определения временных показателей (рис. 5).

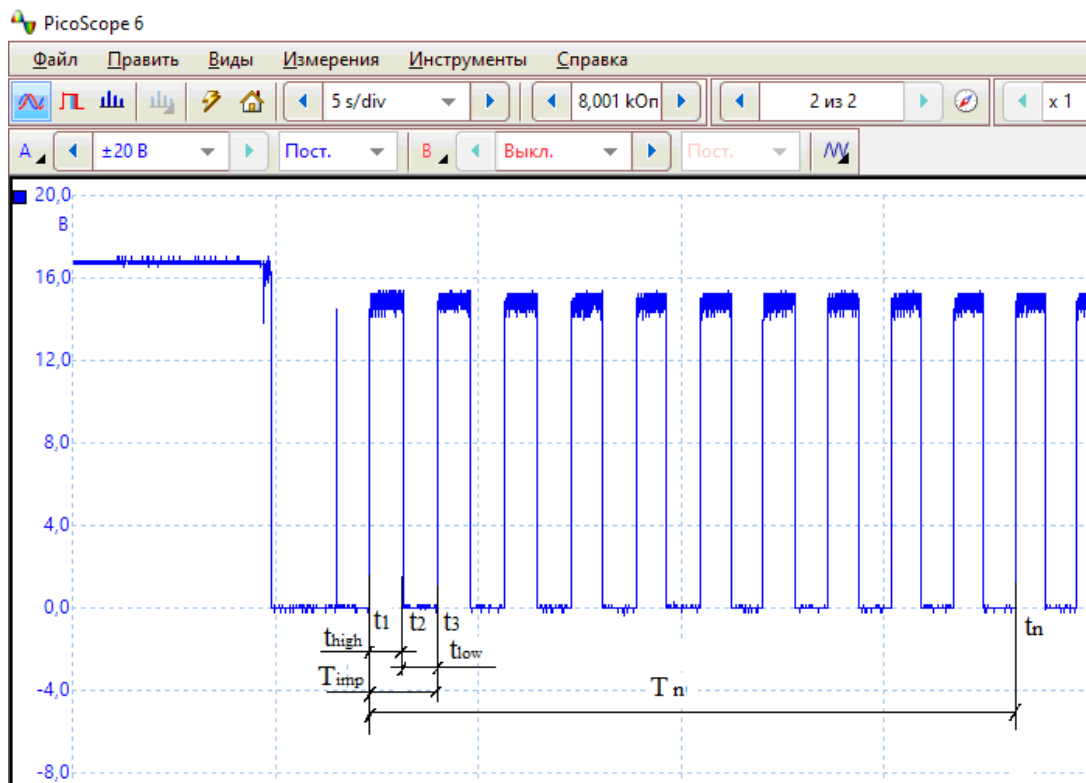


Рисунок 5 – Осциллограмма электрического сигнала датчика расхода топлива

Считывается количество полных импульсов для расчета объема прокачанного топлива. Определяем длительность состояния импульса с высоким уровнем и с низким уровнем сигнала:

$$t_{high} = t_2 - t_1, \quad (4)$$

где t_1 – момент начала периода полного импульса;

t_2 – момент перехода с высокого уровня сигнала на низкий.

$$t_{low} = t_3 - t_2, \quad (5)$$

где t_3 – момент окончания полного импульса.

После чего определяем период полного импульса:

$$T_{imp} = t_{low} + t_{high}, \quad (6)$$

Длительность работы датчика расхода топлива определяется по осциллограмме от момента появления первого импульса до момента последнего и определяется по формуле:

$$T_n = t_n - t_1, \quad (7)$$

где t_n – момент окончания полного импульса.

Среднеарифметическое значение периода полного импульса определяется в соответствии с осциллограммой за период следования n -го количества полных импульсов.

$$T_{mimp} = \frac{T_n}{n_{imp}}, \quad (8)$$

где T_n – момент окончания n -го импульса;

n_{imp} – количество полных импульсов сигнала.

Погрешность измерения определяется следующим образом:

$$\Delta T_{imp} = T_{imp} - T_{mimp}, \quad (9)$$

Относительная погрешность определяется по формуле:

$$E_T = \frac{\Delta T_{imp}}{T_{mimp}} 100, \quad (10)$$

Определение коэффициентов заполнения импульсов для импульсов высокого и низкого уровня сигнала определяется следующим образом:

$$D_{high} = \frac{t_{high}}{T_{imp}} 100, \quad (11)$$

$$D_{low} = \frac{t_{low}}{T_{imp}} 100. \quad (12)$$

При измерении коэффициента заполнения импульсов при первом испытании на средней скорости прокачки топлива было получено значение в 50 %, что соответствует паспортным данным. При измерении на других скоростях прокачки топлива коэффициент немного изменялся. Определим погрешности измерений при расчете коэффициентов заполнения импульсов. Абсолютная погрешность определяется по формулам:

$$\Delta D_{high} = D_{high} - D_{mhigh}, \quad (13)$$

$$\Delta D_{low} = D_{low} - D_{mlow}. \quad (14)$$

Относительная погрешность для высокого и низкого уровня сигнала рассчитывается по формуле:

$$E_D = \frac{\Delta D_{imp}}{D_{mimp}} 100. \quad (15)$$

Обработывая осциллограммы в соответствии с формулами получаем таблицу 1 параметров электрического сигнала датчика расхода топлива. Данные были получены при различных скорости и объеме перекачиваемого топлива.

Первый способ подразумевает расчет только по электрическим параметрам. Часовой расход топлива на графике показан кривой 1. При этом расчет времени принимаем по осциллографическим данным времени работы датчика расхода топлива. При выполнении расчетов определение значения прокачиваемого объема топлива в миллилитрах производится по формуле:

$$V = 5n_{imp}, \quad (16)$$

где n_{imp} – число полных импульсов сигнала датчика расхода топлива на осциллограмме.

Таблица 1 – Параметры электрического сигнала датчика расхода топлива

Параметр	1	2	3	4	5
t_1, c	7,309	1,589	1,359	10,48	6,877
t_2, c	8,152	2,279	2,049	10,86	7,184
t_3, c	8,995	2,968	2,738	11,25	7,567
t_n, c	23,25	15,12	14,92	18,07	13,47
t_{low}, c	0,843	0,69	0,69	0,38	0,307
t_{high}, c	0,843	0,689	0,689	0,39	0,383
T_{imp}, c	1,686	1,379	1,379	0,77	0,69
T_n, c	15,941	13,531	13,561	7,59	6,593
$D_{low}, \%$	50	50,036	50,036	49,351	44,493
$D_{high}, \%$	50	49,964	49,964	50,649	55,507
T_{mimp}, c	1,5941	1,3531	1,3561	0,759	0,6593
$\Delta T_{imp}, c$	0,0919	0,0259	0,0229	0,011	0,0307
$E_T, \%$	5,765008469	1,9141	1,6887	1,4493	4,6565
$\Delta D_{high}, \%$	0	0,0363	0,0363	-0,649	-5,507
$E_D, \%$	0	0,0725	0,0725	-1,299	-11,01

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_T = 3,6 \left(\frac{5n_{imp}}{T_n} \right). \quad (17)$$

Второй способ – по параметрам с использованием мензурки: за весь период прокачки топливо сливается в мерную емкость. Период прокачки используем из предыдущего измерения осциллографическим способом. Расчет часового расхода топлива производится по формуле:

$$G_{TV} = 3,6 \left(\frac{V}{T_n} \right), \quad (18)$$

где V – объем топлива полученный при прокачке через датчик расхода топлива в мерную емкость.

Третий способ — расчет по данным, считанным с экрана 2 «Суммарный расход топлива с увеличенной точностью». Объем прокачанного топлива определяем по формуле:

$$G_{TVfm} = 3,6 \left(\frac{V_{2fm} - V_{1fm}}{T_n} \right), \quad (19)$$

где V_{1fm} – объем топлива, отображаемый на экране 2 «Суммарный расход топлива с увеличенной точностью», до выполнения прокачки топлива через датчик;

V_{2fm} – объем топлива, полученный при прокачке через датчик расхода топлива, отображаемый на экране 2 «Суммарный расход топлива с увеличенной точностью», после выполнения прокачки топлива.

Четвертый способ — расчет по данным графиков. С сервера считываем уровень часового расхода топлива (рис. 6).

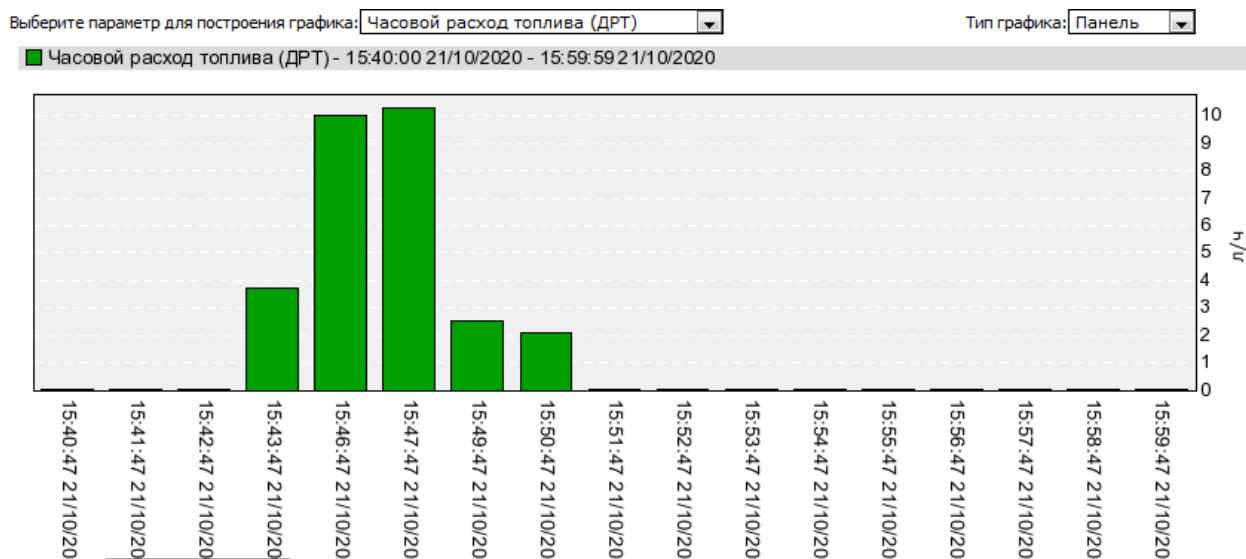


Рисунок 6 – Значения часового расхода топлива, полученные с сервера

Все данные, полученные на протяжении всех испытаний, заносим в табл. 2.

Таблица 2 – Данные полученные и обработанные при измерении различными способами

Параметр	1	2	3	4	5
t_1 , с	17,14	23,66	5,32	4,71	8,696
t_n , с	421	330	170	152	126
n_{imp}	97	177	164	183	177
T_n , с	403,86	306,34	164,68	147,29	117,304
V , мл	495	900	818	900	900
G_{TV} , л/ч	4,41242	10,57648	17,88195	21,99742	27,62054
V_{1fm}	239,201	239,702	242,393	241,492	240,601
V_{2fm}	239,702	240,601	243,205	242,393	241,492
ΔV , мл	501	899	812	901	891
G_{TVfm} , л/ч	4,465904	10,56473	17,75079	22,02186	27,34434
ΔG_{TVfm} , л/ч	0,053484	-0,01175	-0,13116	0,024442	-0,27621
E_{GTVfm} , %	1,212121	-0,11111	-0,7335	0,111111	-1
G_{Tserv} , л/ч	4,3	10,4	17	22	27
ΔG_{Tserv} , л/ч	0,11242	0,176484	0,881953	-0,00258	0,620541
E_{GTserv} , %	2,547811	1,668642	4,932084	-0,01173	2,246667
T_{mimp} , с	4,163505	1,730734	1,004146	0,804863	0,662734
G , имп/с	0,240182	0,577789	0,995871	1,242447	1,5089
G_T , л/ч	4,32328	10,40021	17,92567	22,36404	27,1602
ΔG_T , л/ч	0,08914	0,176275	-0,04372	-0,36662	0,460342
E_{GT} , %	2,020202	1,666667	-0,2445	-1,66667	1,666667

Производим расчеты часового расхода топлива и погрешностей при измерении различными способами. Рассмотрим погрешности на различных скоростях прокачки топлива через датчик расхода топлива. Абсолютную и относительную погрешность для всех способов будем сравнивать с полученными измерениями и расчетами при проверке измерительной емкостью. Погрешность измерения определяется следующим образом:

$$\Delta G_T = G_T - G_{TM}, \quad (20)$$

Относительная погрешность определяется по формуле:

$$E_{G_T} = \frac{\Delta G_T}{G_T} 100. \quad (21)$$

По результатам расчетов строим графики и анализируем полученные результаты. На рис. 7 показана гистограмма зависимостей часового расхода топлива, полученного различными способами при одинаковых условиях испытаний в зависимости от скорости прокачки топлива.

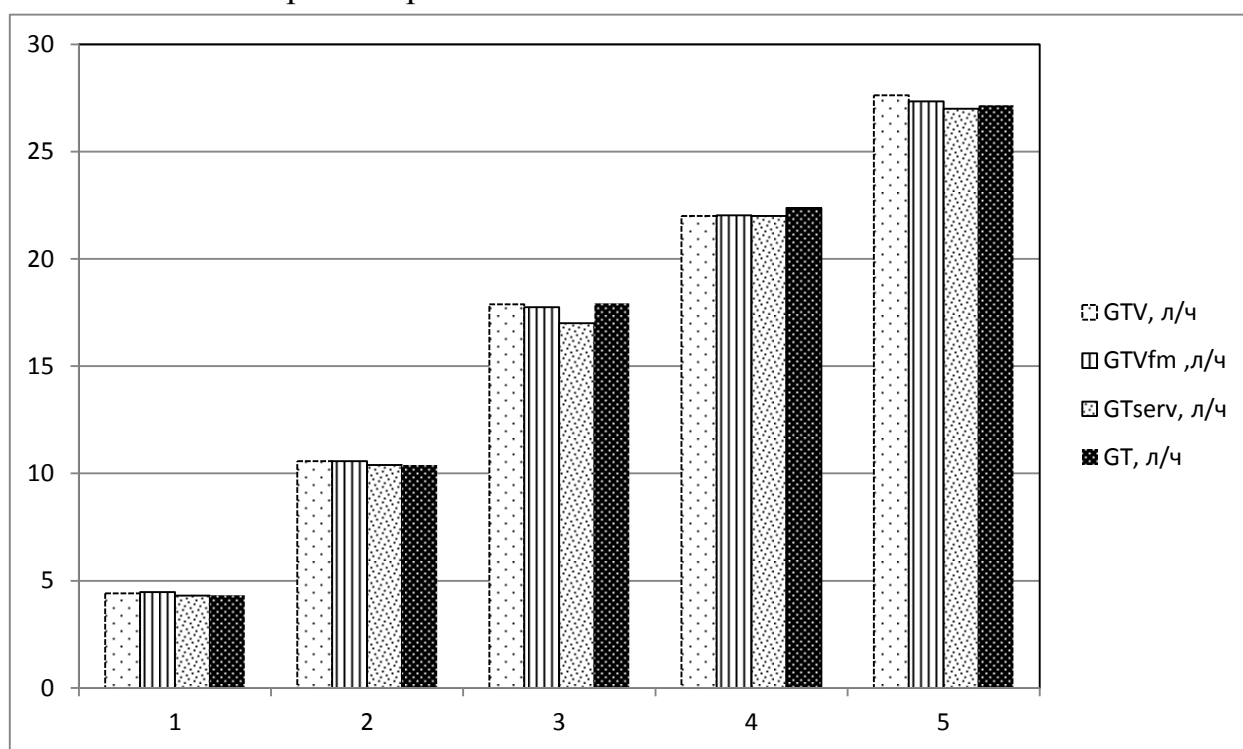


Рисунок 7 – Гистограмма зависимостей часового расхода топлива

Как видно из гистограммы результат расчета по электрическим параметрам наиболее приближен к результатам, измеренным с помощью мензурки на всех режимах прокачки топлива. Способ измерения с использованием данных прокачки топлива через датчик расхода имеет немного большее отклонение от предыдущего расчета, однако точность достаточно высокая. Данные с высокой точностью повторили расходы, отображаемые на дисплее датчика расхода топлива и в измерительной мензурке. Наибольшее отклонение по результатам считывания с сервера, причем явно выраженное в режиме средней скорости прокачки.

ки. Результаты расчетов погрешностей представлены в виде гистограммы на рис. 8.

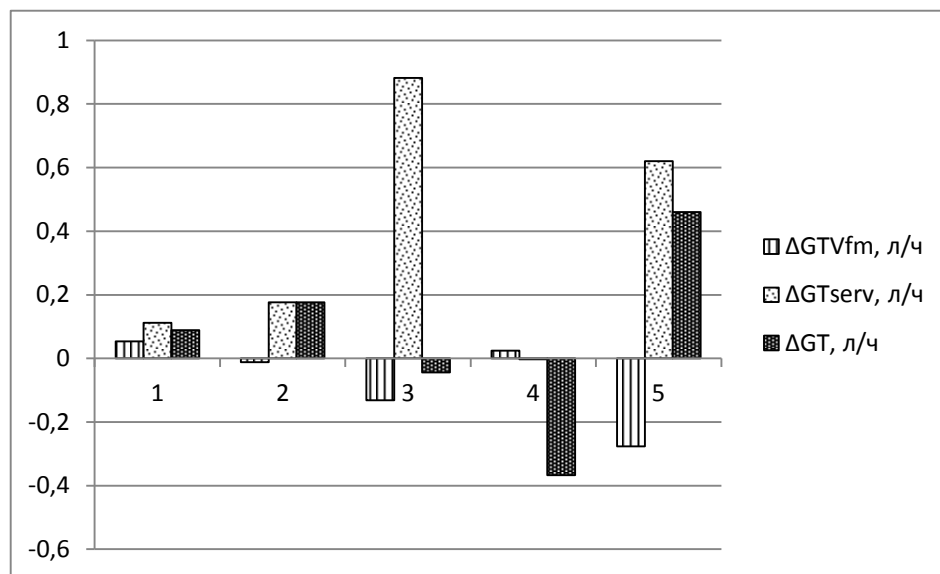


Рисунок 8 – Гистограмма зависимостей абсолютной погрешности при различных значениях часового расхода топлива

На данной гистограмме наибольшее значение абсолютной погрешности соответствует обработке информации датчика расхода, полученной с сервера. Связано это с тем, что временные параметры принимаются с точностью 0,1 часа, что соответствует 6 минутам. А если учесть, что передача данных на сервер производится через 1 минуту, то на отображаемой диаграмме нет четкой однозначности. Определим относительные погрешности и по результатам построим гистограмму (рис. 9).

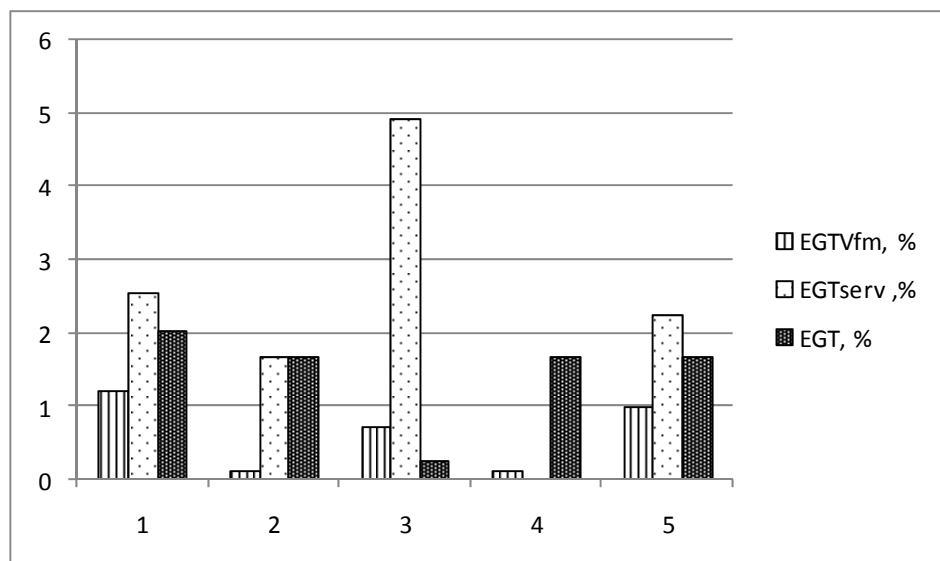


Рисунок 9 – Гистограмма зависимостей относительной погрешности при различных значениях часового расхода топлива

Данная гистограмма подтверждает то, что погрешность информации с сервера достигает 5 %. При прокачке топлива по времени менее 6 минут происходит неадекватное отображение параметра часового расхода топлива. Полученная ранее высокая точность полностью нивелируется за счет внутреннего преобразования и передачи данных. Однако в данной системе при расчете часового расхода топлива наблюдается снижение точности данного параметра в связи с недостаточной точностью временного показателя. Для других способов определения часового расхода топлива погрешность не превышает 2 %.

Данный датчик целесообразно применять при контроле других систем учета расхода топлива. Полученная точность часового расхода топлива соответствует требуемым условиям по расчету корректирующих коэффициентов корректирования периодичностей технического обслуживания транспортных средств и трудоемкостей текущего ремонта, а также расчета фактической транспортной работы.

Одним из способов повышения точности данных на сервере является изменение способа преобразования и передачи данных. При этом необходимо оценить совершенствование с точки зрения экономической целесообразности.

Выводы

1. Аналоговый сигнал датчика объема прокачиваемого топлива имеет высокую точность и может быть использован для расчета часового расхода топлива.

2. Все транспортные средства, оснащенные датчиком такого типа могут быть включены в систему расчета корректирующих коэффициентов ТО и ТР и фактического выполнения транспортной работы.

3. Существующая система преобразования и передачи информации на сервер вносит погрешность при изменяющихся режимах прохождения топлива через датчик расхода, т. к. внутренний интервал счетчика времени датчика имеет относительно большую величину и не позволяет производить измерения с высокой точностью в неустоявшемся режиме прокачиваемого топлива.

4. Поверенный датчик данного типа можно использовать для калибровки других систем контроля расхода топлива.

Список использованных источников

1. Гурский, А. С. Использование транспортной телематики и дистанционной диагностики для совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств / А. С. Гурский, В. С. Ивашко // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2020. – Т. 65, № 3. – С. 375–383.

2. Гурский, А. С. Диагностирование электронной системы впрыска топлива бензинового двигателя по длительности открытого состояния форсунок / А.С. Гурский // Вестн. Белорус. нац. техн. ун-та. – 2003. – №4. – С. 49–52.

3. Повышение качества технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств путем мониторинга технического состояния / А. А. Алешко [и др.]; под ред. Д. Н. Ковалю. – Минск : Бел НИИТ «Транстехника», 2018. – 324 с.

4. Ивашко, В. С. Современные технологии контроля расхода топлива и мониторинга транспорта : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)», 1-37 01 07 «Автосервис» / В. С. Ивашко, А. С. Гурский, А. Н. Мальцев. – Минск : БНТУ, 2019. – 52 с.

5. <http://ecosystems.spb.ru/equipment/fuel-sensor>.

УДК 621.789

НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ С ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЕМОЙ ФОРМОЙ ИМПУЛЬСА

К. В. Буйкус, канд. техн. наук, доцент
Белорусский национальный технический университет
K.V. Buikus, candidate of technical science, docent
Belarusian national technical university

Аннотация. Проведены исследования влияния динамически изменяемой формы импульса при электроимпульсной обработке на физико-механические свойства формируемых покрытий из комбинированных железо-медных электродов. Показано повышение физико-механических свойств покрытий, а также увеличение эффективности самого процесса.

Annotation. Researches of the effect of a dynamically variable pulse shape during electrical pulse processing on the physical and mechanical properties of the coatings formed from combined iron-copper electrodes are carried out. An increase in the physical and mechanical properties of coatings and an increase in the efficiency of the process applying are shown.

Ключевые слова: электроискровая обработка, динамически изменяемая форма импульса тока, триботехнические характеристики, покрытия.

Keywords: electric spark processing, dynamically variable form of current pulse, tribotechnical characteristics, coatings.

Введение

Метод электроимпульсной обработки обладает рядом конкурентоспособных преимуществ: отсутствие специальной подготовки обрабатываемой поверхности; осажденный слой обычно не требует последующей отделки; высокая адгезия нанесенного материала с основой; малая зона термического влияния; простота процесса, мобильность оборудования; экологичность.

Технологический метод электроимпульсной обработки (ЭИО) может быть определен как микро-импульсная наплавка, при которой массоперенос производится при высокой интенсивности тока и за короткие промежутки времени.

Совершенствование оборудования и технологии электроимпульсной обработки позволит повысить эффективность процесса и расширить область использования для упрочнения и восстановления деталей.

Модернизация источника тока для создания динамически изменяемой формы импульса тока

Основная проблема ручных электрододержателей состоит в том, что невозможно непрерывно поддерживать постоянным межэлектродный промежуток. Колебание межэлектродного промежутка от разряда к разряду ведет к неравномерности толщины слоя, уменьшению коэффициента использования материала электрода, значительному расходу электроэнергии.

Предлагаемая конструкция комбинированного источника тока объединяет две отдельные схемы источников тока, где первая является тестовой и ионизирующей, а вторая – основной.

Задача тестового источника оценить параметры условий разряда (сопротивления среды, шероховатости поверхностей детали и электрода, сопротивление поверхностного слоя) по пробному искровому разряду, сгенерированного источником высокого напряжения (более 10 кВ). На основании данных текущих условий разряда динамически корректируются параметры импульса тока основного источника.

Во избежание неконтролируемого выброса энергии при скачкообразном росте силы тока при разряде и последующих негативных событий, связанных с разбрызгиванием материала и теплового излучения, нами предлагается непосредственно перед основным разрядом производить предварительный высоковольтный разряд, ионизирующий среду в межэлектродном промежутке и прогрев пятна детали, что позволяет дополнительно снизить сопротивление среды, сопротивление поверхности детали в зоне разряда, а также более эффективно расходовать накопленную в конденсаторах энергию, снизить разбрызгивание материала электрода.

В качестве центрального микроконтроллера был выбран ATmega162 8-разрядный микроконтроллер с внутрисхемно программируемой флэш-памятью емкостью 16 кбайт.

После включения источника оператор подносит вибрирующий электрод к наплавляемой поверхности. В определенный момент после отрыва электрода микроконтроллер через тиристор разряжает конденсатор тестовой части источника. Обратная связь осуществляется через измеритель силы тока, который передает в микроконтроллер измеренную силу тока, служащую мерой текущих условий разряда — сопротивления среды, шероховатости поверхностей детали и электрода, сопротивления поверхностного слоя. На основании этих данных микроконтроллер динамически корректирует форму импульса тока основного источника вместе с мощностью разряда.

Мощность разряда задается микроконтроллером с помощью регулирования количества задействованных конденсаторов для данного основного разряда, а также продолжительностью задействования определенных конденсаторов. Форма импульса тока основного источника задается микроконтроллером через свой канал широтно-импульсная модуляции (ШИМ) на IGBT транзистор.

После следующего касания вибрирующего электрода наплавляемой поверхности тестовая часть источника, работающая с высоким напряжением, раз-

рывает свой конденсатор, ионизируя среду в межэлектродном промежутке, образуя канал проводимости.

При этом основной разряд начинается до того, как завершится ионизирующий разряд.

Исследование интенсивности переноса электродного материала на деталь

Эффективность процесса электроимпульсной обработки в первую очередь зависит от интенсивности разрушения материала анода (электрода-инструмента) и закрепления вырванного с него материала на поверхности катода (детали).

Интенсивный перенос материала с поверхности анода может быть обеспечен капельно-жидкой фазой и снижением доли паровой фазы в продуктах эрозии.

Нами проведено исследование зависимости эрозии анодов от времени обработки с различными величинами параметров режима обработки.

Обработка проводилась с нанесением покрытия с обычной формой импульса и с динамически изменяемой формы импульса от специально модернизированного источника тока в течение 1 минуты. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты исследования эрозии анода

Длительность импульса, с	Привес катода, г		Эрозия анода, г	
	Обычная форма импульса	Динамически изменяемая форма импульса	Обычная форма импульса	Динамически изменяемая форма импульса
0,003	0,110	0,227	0,184	0,267
0,004	0,175	0,358	0,291	0,421
0,006	0,261	0,536	0,435	0,631
0,008	0,288	0,592	0,480	0,696

Анализ значений эрозии анода (табл. 1) показал, что по мере увеличения длительности импульса наблюдается стабильный рост эрозии анода. Максимальные значения эрозии анода наблюдаются при электроимпульсной обработке с динамически изменяемой формой импульса. Предварительный пробой воздушного пространства между анодом и катодом приводит к ионизации межэлектродного промежутка и, как следствие, к увеличению полярного переноса эродированного материала анода на катод. Из данных табл. 1 видно, что при использовании динамически изменяемой формы импульса увеличивается эффективность процесса при длительности 0,008 с в 1,4–1,5 раза по сравнению с той же длительностью для обработки без использования динамически изменяемой формы импульса.

Коэффициент переноса при нанесении покрытия с динамически изменяемой формой импульса составляет 0,85, а без динамически изменяемой формой импульса составляет 0,60.

Это объясняется более эффективным распределением энергии импульса во времени, способствуя более полному переносу материала электрода на поверхность путем значительного снижения разбрызгивания.

Исследование влияния динамически изменяемой формы импульса тока процесса ЭИО на характеристики покрытий

Исследование микротвердости. Лабораторным микротвердомером служил «Micromet–II» фирмы Vuchler. Нагрузка на индентор составляла 300 г.

На рис. 1 представлены результаты измерений микротвердости по глубине покрытий. За «0» принята поверхность покрытия.

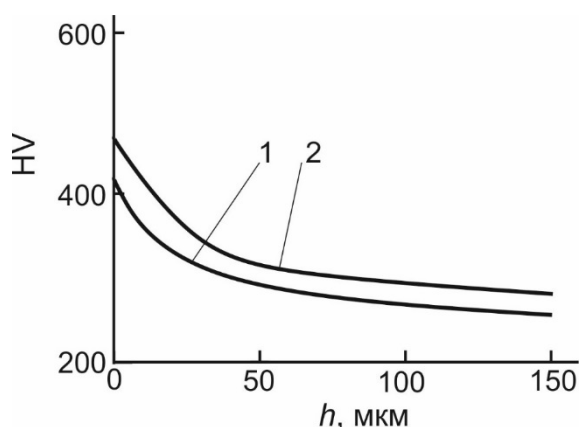


Рисунок 1 – Распределение микротвердости по глубине покрытия при нанесении электроимпульсной обработкой: 1 – с динамически изменяемой формы импульса; 2 – без динамически изменяемой формы импульса

Из рис. 1 видно, что микротвердость покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, меньше, чем без динамически изменяемой формы импульса, что объясняется большим содержанием меди, снижающей твердость покрытия.

Повышение твердости у поверхности объясняется появлением закалочных структур в следствие быстрого теплоотвода с поверхности в атмосферу.

Исследование химического состава покрытий. Исследование элементного состава поперечного шлифа образца с наплавкой проводили на аттестованном сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «Mira» фирмы «Tescan» (Чехия) с рентгеноспектральным анализатором фирмы «Oxford Instruments Analytical» (Великобритания). Рентгеноспектральный энергодисперсионный анализатор позволяет регистрировать рентгеновское излучение элементов, начиная с $z = 5$ (бор). Погрешность метода в данном случае составляет 5–10 относительных процентов. Интенсивность (имп/с) рентгеновского излучения элементов образца, которая пропорциональна концентрации. Сглаженные результаты исследования химического состава покрытий представлены на рис. 2.

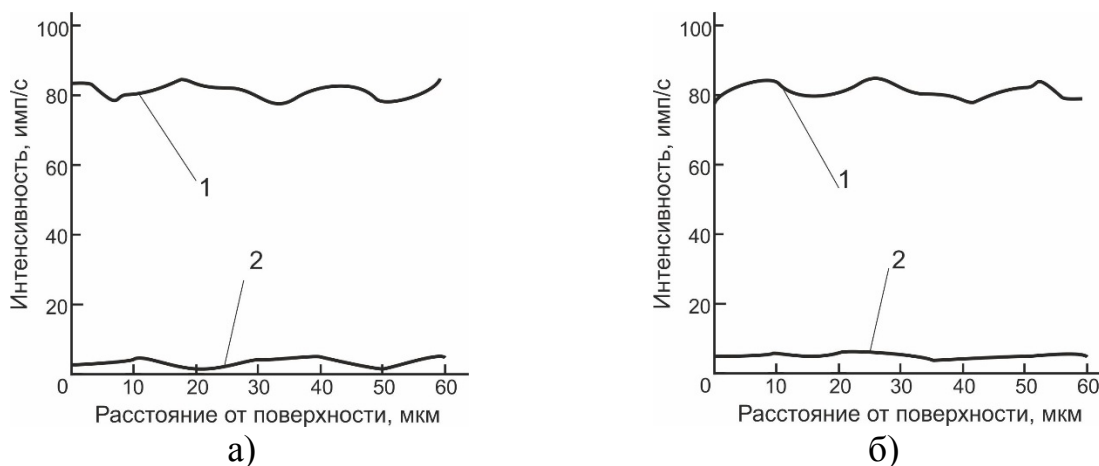


Рисунок 2 – Концентрационные кривые распределения элементов в слое покрытия при нанесении электроимпульсной обработкой: а – без динамически изменяемой формы импульса; б – с динамически изменяемой формы импульса; 1 – железо; 2 – медь

Из рис. 2 видно, что у покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, процент содержания меди больше, а распределение меди по слою более равномерное, чем в покрытиях, полученных электроимпульсной обработкой без динамически изменяемой формы импульса, что объясняется меньшим разбрызгиванием более легкоплавкого элемента – меди.

Исследование микроструктуры. Фотографические изображения топографии поверхности и микроструктуры наплавленных образцов получали с использованием сканирующего электронного микроскопа MIRATESCAN (рис. 3, 4).

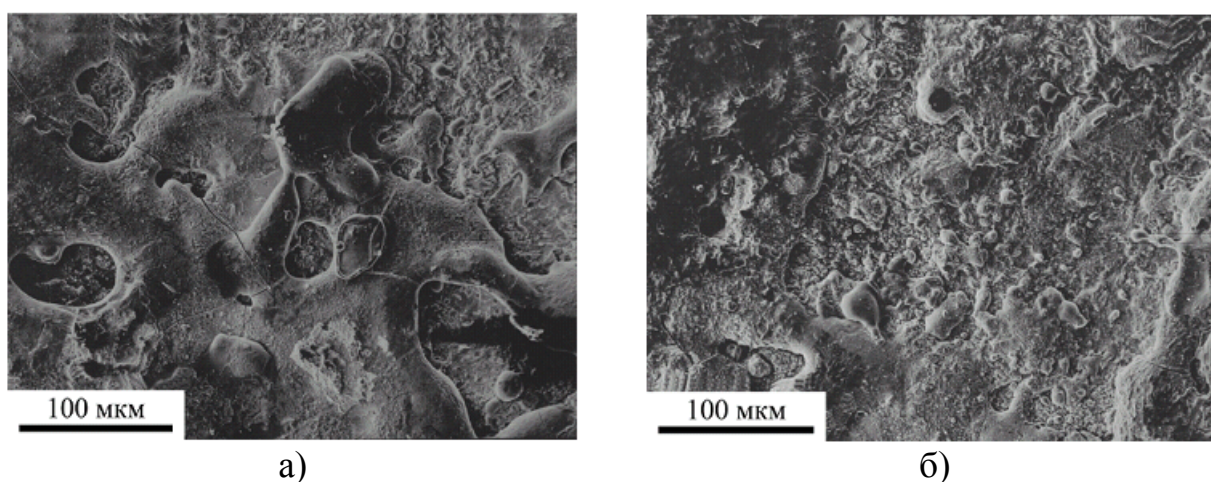


Рисунок 3 – Морфология поверхности наплавленного покрытия из железо-медного сплава: а – без динамически изменяемой формы импульса; б – с динамически изменяемой формы импульса

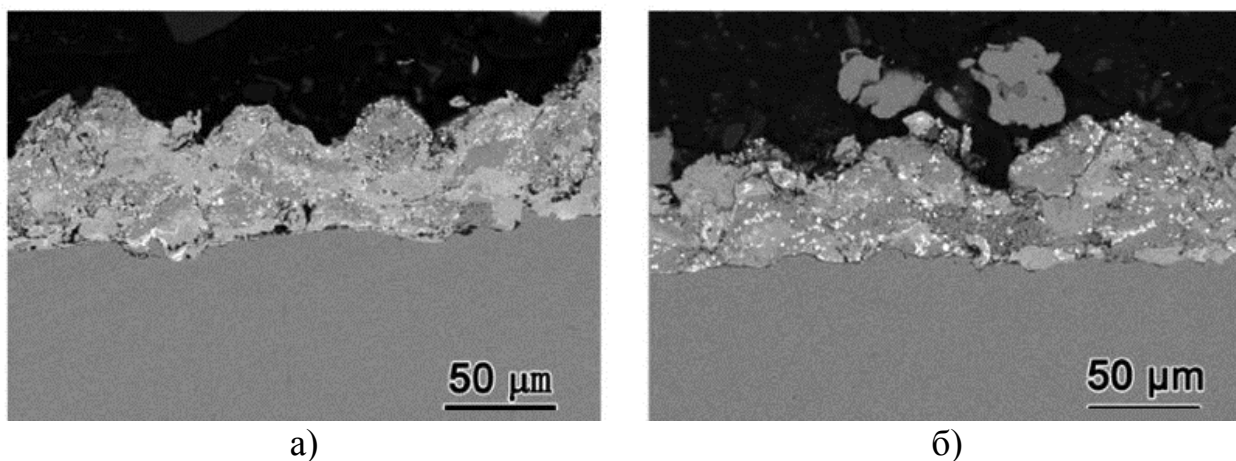


Рисунок 4 – Микроструктура наплавленного покрытия из железо-медного сплава: а – без динамически изменяемой формы импульса; б – с динамически изменяемой формой импульса

Из рис. 3 и 4 видно, что у покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формой импульса, структура более мелкозернистая, а поверхность покрытия обладает меньшей шероховатостью, что объясняется более эффективным распределением энергии импульса во времени, способствуя снижению разбрызгивания и образования кратеров.

Исследование износостойкости. Из известных способов испытания материалов на износостойкость при трении скольжения вала по колодке наиболее простым с технической позиции является способ Жаннена, реализованный в машинах Шкода-Савина и Шпинделя. В этом способе вращающийся эталонный диск скользит по плоскому образцу, оставляя на его поверхности лунку износа в форме цилиндрического сегмента. Износостойкость определяется как число оборотов или путь трения, необходимые для создания лунки единичной площади.

Испытание соответствует ГОСТ 23.204-78 «Метод оценки истирающей способности поверхностей при трении» и ASTM G77-98 «Standard Test Method for Ranking Resistance of Materials to Sliding Wear in Block-on-Ring Wear».

Исследование износостойкости проводилось на покрытиях из железо-медных материалов.

Нагрузку задира выявляли при постоянной скорости вращения вала 1500 мин^{-1} . Смазку пары трения осуществляли капельным способом (50–55 капель в минуту).

Результаты испытаний материалов на задир приведены в таблице 2, результаты испытаний покрытий на износостойкость приведены в таблице 3.

Из таблицы 2 видно, что характер изменения коэффициента трения от удельной нагрузки для всех образцов аналогичен. Изменение коэффициентов трения характеризуется достаточно сложными зависимостями параметра от давления в трибосопрежении. Это объясняется чередованием преобладающих видов изнашивания на различных интервалах давления.

Таблица 2 – Экспериментальные значения коэффициента трения μ при испытании материалов на задир

Давление на образцы p , МПа	Способ нанесения покрытия	
	без динамически изменяемой формы импульса	с динамически изменяемой формы импульса
0,16	0,024	0,024
0,50	0,014	0,015
0,92	0,009	0,010
1,33	0,008	0,009
1,75	0,009	0,008
2,16	0,012	0,007
2,58	0,011	0,008
3,00	0,012	0,009
3,42	0,015	0,012
3,83	0,025	0,013
4,25	0,066	0,015
4,66	—	0,021
5,08	—	0,058

Таблица 3 – Результаты испытаний покрытий на износостойкость

Способ нанесения покрытия	Линейный износ материала покрытия за 10 часов испытаний при $p=3,42$ МПа Δh , мкм	Интенсивность изнашивания J_h , мкм/км (или 10^{-9})
без динамически изменяемой формы импульса	2,0	0,020
с динамически изменяемой формы импульса	1,6	0,016

При начальном увеличении нагрузки имеет место снижение коэффициента трения. При возрастании нагрузки, деформации и фрикционного нагрева поверхности трения активизируются явления адсорбции и диффузии кислорода из окружающей среды в искаженную кристаллическую решетку металла. Образуется хрупкая оксидная пленка, которая, разрушаясь при скольжении, блокирует износ в тонком поверхностном слое. Само разрушение оксидной пленки в сравнении с глубинным вырыванием металла происходит при меньших силах трения. Поэтому коэффициент трения также уменьшается. При дальнейшем повышении удельного давления коэффициент трения изменяется незначительно, так как дальнейшее снижение коэффициента трения компенсируется повышением удельного давления.

Увеличение нагрузки при постоянной скорости скольжения приводит к увеличению тепловыделения в поверхностных слоях трущихся материалов. Поэтому температура поверхности возрастает, вызывая уменьшение вязкости смазки и приводя к десорбции смазки и переходу металлов в состояние термической пластичности. Схватывание поверхностей трения происходит по отдельным частицам материала, которые инициируют дальнейшее разрушение поверхности с

глубинным вырыванием при трении с одновременным скачкообразным увеличением коэффициента трения.

Как видно из таблицы 2, у покрытий, полученных нанесением с динамически изменяемой формы импульса, предельное давление на образцы перед задиром увеличивается и достигает максимума при 5,08 МПа, что объясняется большим содержанием меди, являющейся твердой смазкой для тяжелых условий трения при граничной смазке. Это на 20 % больше, чем у покрытий, полученных нанесением без динамически изменяемой формы импульса.

Результаты испытаний покрытий на износостойкость (таблица 3) показали, что покрытие, обладающее максимальным значением предельного давления на образцы перед задиром, имеет наименьший линейный износ материала покрытия за 10 часов испытаний при $p=3,42$ МПа. Это на 20 % больше, чем у покрытий, полученных нанесением без динамически изменяемой формы импульса.

Исследование качества поверхности покрытия. Качество поверхностного слоя покрытия определяет важный технологический параметр — величину припуска на последующую механическую обработку. С увеличением высотных параметров шероховатости Ra возрастает и величина необходимого припуска. Результаты замеров шероховатости представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Микрогеометрии поверхности

Длительность импульса, с	Ra , мкм
0,003	2,15
0,004	2,89
0,006	4,46
0,008	5,18

Как видно из табл. 4, шероховатость покрытий возрастает с увеличением длительности импульса. Причина роста шероховатости поверхности состоит в том, что при увеличении длительности импульса увеличивается энергия разряда, а значит, что при попадании анодного материала на холодную поверхность катода происходит более интенсивный разнос материала по поверхности.

Разработан типовой технологический процесс восстановления коленчатых валов двигателей MAN с предельными износами упорных торцевых поверхностей коренной опоры.

Использование модернизированного источника импульсного тока для электроимпульсной обработке с динамически изменяемой формой импульса позволяет наносить слои необходимой толщины с минимальными припусками на последующую механическую обработку.

Для создания многослойного плотного покрытия обработка поверхности производится железомедными электродами.

Для апробации технологии упрочнения деталей электроимпульсным способом проведены сравнительные испытания на износостойкость посадочных мест под подшипники качения в ступицах передних колес автомобилей.

Проведенные испытания на износ показали, что применение электроимпульсной обработки является эффективным и позволяет увеличить износостой-

кость образцов по сравнению с образцами без упрочнения в 1,3-1,5 раза для стали 40Х.

Выводы

Разработана конструкция источника тока с динамически изменяемой формы импульса тока для электроимпульсной обработки. Предлагаемая нами конструкция источника тока — комбинированная, отличающаяся тем, что основным источником дополнен вторым независимым высоковольтным, выполняющим функцию генерации тестового и ионизирующего разрядов, а обратная связь осуществляется через встроенный в цепь высоковольтного источника измеритель силы тока, на основании показаний которого микроконтроллер динамически корректирует форму импульса тока основного источника вместе с мощностью разряда. Причем мощность разряда задается микроконтроллером с помощью регулирования количества задействованных конденсаторов для данного основного разряда и продолжительностью задействования определенных конденсаторов, а форма импульса тока задается микроконтроллером через свой канал широтно-импульсная модуляции на IGBT транзистор путем изменения длительности импульса при постоянной частоте следования импульсов.

Показано, что микротвердость покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, меньше, чем без динамически изменяемой формы импульса, что объясняется большим содержанием меди, снижающей твердость покрытия.

Показано, что у покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, процент содержания меди больше, а распределение меди по слою более равномерное, чем в покрытиях, полученных электроимпульсной обработкой без динамически изменяемой формы импульса, что объясняется меньшим разбрызгиванием более легкоплавкого элемента — меди.

Показано, что у покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, структура более мелкозернистая, а поверхность покрытия обладает меньшей шероховатостью, что объясняется более эффективным распределением энергии импульса во времени, способствуя снижению разбрызгивания и образования кратеров.

Показано, что у покрытий, полученных электроимпульсной обработкой с динамически изменяемой формы импульса, пористость в 2 раза меньше, что объясняется более мелкозернистой структурой, более плотной упаковкой отдельных наплавленных частиц.

Установлено, что характер изменения коэффициента трения всех образцов аналогичен. Изменение коэффициентов трения характеризуется достаточно сложными зависимостями параметра от давления в трибосопряжении. Это объясняется чередованием преобладающих видов изнашивания на различных интервалах давления.

Показано, что у покрытий, полученных нанесением с динамически изменяемой формы импульса, предельное давление на образцы перед задиром увели-

чивается и достигает максимума при 5,08 МПа, что объясняется большим содержанием меди, являющейся твердой смазкой для тяжелых условий трения при граничной смазке. Это на 20 % больше, чем у покрытий, полученных нанесением без динамически изменяемой формы импульса.

Результаты испытаний покрытий на износостойкость показали, что покрытия, полученные нанесением с динамически изменяемой формы импульса, обладающее максимальным значением предельного давления на образцы перед задиром, имеют наименьший линейный износ материала покрытия за 10 часов испытаний при $p=3,42$ МПа. Это на 20 % больше, чем у покрытий, полученных нанесением без динамически изменяемой формы импульса.

Анализ значений эрозии анода показал, что по мере увеличения длительности импульса наблюдается стабильный рост эрозии анода. Максимальные значения эрозии анода наблюдаются при электроимпульсной обработке с динамически изменяемой формой импульса. Предварительный пробой воздушного пространства между анодом и катодом приводит к ионизации межэлектродного промежутка и, как следствие, к увеличению полярного переноса эродированного материала анода на катод. Показано, что использование динамически изменяемой форма импульса увеличивает эффективность процесса при длительности 0,008 с в 1,4-1,5 раза по сравнению с той же длительностью для обработки без использования динамически изменяемой форма импульса. Коэффициент переноса при нанесении покрытия с динамически изменяемой формой импульса составляет 0,85, а без динамически изменяемой формой импульса составляет 0,60.

Список использованных источников

1 Электроимпульсные технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) [Текст] / Ф. Х. Бурумкулов [и др.]. – Саранск : Красный Октябрь, 2003. – 504 с.

2 Верхотуров, А. Д. Формирование поверхностного слоя металлов при электроимпульсном легировании [Текст] / А. Д. Верхотуров. – Владивосток : Дальнаука, 1995. – 320 с.

3 Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя [Текст] / И. И. Сафронов [и др.]; под ред. Н. Н. Дорожкина. – Кишинев, 1999. – 562 с.

4 Коротаев, Д. Н. Технологические возможности формирования износостойких наноструктур электроимпульсным легированием [Текст] / Д. Н. Коротаев. – Омск : СибАДИ, 2009. – 256 с.

5 Иванов, В. И. Электроимпульсное нанесение покрытий [Текст] / В. И. Иванов, А. Ю. Костяков // Ритм машиностроения. – 2016. – №10. – С. 36–41.

6 Ивашко, В. С. Теоретические предпосылки использования электроискровой обработки для повышения адгезионной и когезионной прочности газотермических покрытий [Текст] / В. С. Ивашко, К. В. Буйкус, В. М. Изойтко // Материалы международной научно-практической конференции «Автомобиле- и тракторостроение», 14-18 мая 2019 г. Том 2. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 88-90.

7 Ивашко, В. С. Упрочнение и восстановление рабочих поверхностей деталей автотранспортных средств электроискровой обработкой с динамически изменяемой формой импульса тока [Текст] / В. С. Ивашко, В. М. Изойтко, К. В. Буйкус // Энергоэффективность автотранспортных средств : нанотехнологии, информационно-коммуникационные системы, альтернативные источники энергии : материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием 4-7 июня 2019 года / отв. ред. А. И. Третьяков ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2019. – С. 36–39.

8 Ивашко, В. С. Электроискровая обработка с динамически изменяемой формой импульса тока [Текст] / В. С. Ивашко, В. М. Изойтко, К. В. Буйкус // Матеріали ХІІ міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року : збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – С. 78–80.

УДК 656.13

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ В ОРГАНАХ ПОГРАНИЧНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. Н. Терашкевич

начальник цикла специальных дисциплин кафедры дисциплин обеспечения оперативно-служебной деятельности органов пограничной службы ГУО «Институт пограничной службы Республики Беларусь»

Аннотация. На данный момент подготовка водителей для органов пограничной службы происходит в центре подготовки специалистов материально-технического обеспечения войсковой части 1463 (г. Дзержинск) в соответствии с требованиями *СТБ 2191* и приказами Председателя Государственного пограничного комитета Республики Беларусь.

Основной задачей подготовки специалистов является достижение индивидуальной базовой подготовки военнослужащих срочной военной службы для органов пограничной службы (далее – ОПС), имеющих высокую пограничную и специальную выучку, постоянно готовых к охране Государственной границы Республики Беларусь (далее – РБ).

Введение. Анализ действующей системы подготовки водителей в ОПС Республики Беларусь показал, что данная система в целом позволяет достаточно качественно осуществлять подготовку водительских кадров для обеспечения оперативно-служебной деятельности. Однако в ходе анализа данной системы были выявлены следующие аспекты подготовки, требующие более детального изучения и дальнейшего совершенствования:

1. порядок отбора военнослужащих на водительские должности в воинской части;
2. оценка эффективности подготовки водителей в ОПС РБ;

3. применение современных технологий в процессе подготовки водителей и их экономическое обоснование;
4. тематика программ подготовки (переподготовки и доподготовки);
5. оценка воинских частей по результатам эксплуатации транспортных средств с учетом критерия аварийности;
6. экономическая составляющая процесса обучения.

Для того чтобы выработать основные направления совершенствования системы подготовки водителей в ОПС в первую очередь необходимо изучить и проанализировать основные факторы, характеризующие систему подготовки в целом:

- аварийность и ее основные причины;
- успеваемость в процессе обучения;
- качество выполнения обязанностей водителя после обучения.

Основная часть. Причины дорожно-транспортных происшествий прежде всего, нарушение правил дорожного движения, техническая неисправность автотранспорта, превышение скорости движения, недостаточная подготовка лиц, управляющих транспортом, их слабая реакция и др. Проведенный анализ статистики дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) в ОПС показал, что в основном, к серьезным дорожно-транспортным происшествиям приводят невыполнение правил перевозки личного состава и грузов, несоблюдение при этом необходимых требований безопасности.

Таким образом, увеличение интенсивности эксплуатации при снижении количества и тяжести ДТП является основной задачей при организации использования автомобильного транспорта в ОПС. Решение данной задачи возможно только при комплексном подходе к вопросам эксплуатации автомобильной техники, когда учитываются возможности всех элементов системы «водитель - автомобиль – дорога» и здесь первостепенное значение приобретает человеческий фактор.

Общий анализ по количеству аварий в ОПС за последние три года представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ аварийности в ОПС за три года

Год	Общее кол-во ДТП	По вине ОПС	На служебном ТС	На личном ТС	С участием в/с	С участием гражд	Фото фиксация
2017	38	22	33	5	32	6	47
2018	39	21	26	13	38	1	49
2019	33	15	22	11	32	1	29

По результатам проведенного анализа (табл. 1) можно сделать вывод, что основными причинами ДТП за исследуемый период явились:

1. неправильный выбор водителями скоростного режима с учетом интенсивности движения, обзорности дороги, дорожных, погодных (метеорологических) условий;

2. не соблюдение водителями дистанции до движущегося впереди ТС, которая в случае его экстренного торможения или остановки позволяла бы предотвратить столкновение;

3. не обеспечение водителями безопасности дорожного движения при движении задним ходом;

4. не предоставление водителями права первоочередного проезда ТС, имеющим преимущество в движении перед поворотом налево или разворотом вне перекрестка, а так же при проезде перекрёстка;

5. недостаточно эффективный подход должностных лиц к проведению мероприятий с водителями и старшими машин по предупреждению происшествий с транспортными средствами (далее – ТС), определенными п.205 главы 10 приказа Председателя Государственного пограничного комитета Республики Беларусь от 26 июля 2011 г. № 400;

6. недостаточно эффективный подход должностных лиц, отвечающих за безопасность дорожного движения и командиров подразделений к проведению мероприятий с владельцами личных ТС по неукоснительному соблюдению ими ПДД при управлении ТС, а также предупреждению ДТП;

7. недостаточное участие военнослужащих, исполняющих обязанности старших машин, от контроля за соблюдением водителями требований ПДД и обеспечение безопасности дорожного движения.

Рассматривая задачи учета и анализа ДТП в ОПС необходимо отметить, что одной из наиболее актуальных задач совершенствования системы подготовки водителей является расчет обоснованных, долгосрочных заданий по снижению уровня аварийности. Один из конкретных путей оценки имеющихся резервов в сокращении уровня аварийности - сравнение различных подразделений границы по коэффициенту виновности водителей и по относительному показателю аварийности в расчете на 1 млн. км пробега транспортных средств.

Коэффициент виновности водителей рассчитывают как отношение числа ДТП, совершенных по вине водителей, к общему числу ДТП с участием транспортных средств органов пограничной службы, который определяется по формуле 1:

$$K = \frac{n}{N}; \quad (1)$$

где n - число ДТП по вине водителей ОПС;

N - число ДТП не по вине водителей ОПС;

Степень достоверности и информативности коэффициента виновности можно повысить, модифицировав способ его вычисления.

Во-первых, коэффициент виновности рекомендуется рассчитывать по данным не менее чем за 3 года.

Во-вторых, еще большей информативности коэффициента виновности можно добиться, если рассчитывать его для разных видов происшествий: столкновений, опрокидываний и т. д. Такая разбивка происшествий на группы более точно отражает недостатки в подготовке водителей и их дисциплину в целом.

Применительно к проблемам расчета заданий по снижению уровня аварийности предлагается рассчитывать коэффициенты виновности по четырем группам происшествий:

столкновения двух ТС при движении в параллельном направлении, во время совершения обгона, смены полосы движения, не соблюдения дистанции до впереди движущегося транспортного средства;

столкновения на пересечении дорог;

опрокидывание транспортного средства;

прочие виды ДТП.

Таким образом, на основе этих данных рассчитывают коэффициенты виновности водителей, где k – коэффициент виновности водителей, в столкновениях в параллельном направлении k_1 , в столкновениях на перекрестках k_2 , в опрокидываниях k_3 и в прочих видах происшествий k_4 . Пример расчётов коэффициентов виновности за последние три года приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет коэффициентов виновности водителей

Год учета	Виды ДТП	n	N	K
2017	столкновениях в параллельном направлении	8	7	1,14
	столкновения на пересечении дорог;	5	7	0,71
	опрокидывание транспортного средства	4	0	4
	Прочие ДТП	5	2	2,5
	Всего	22	16	1,375
2018	столкновениях в параллельном направлении	8	9	0,89
	столкновения на пересечении дорог;	6	7	0,86
	опрокидывание транспортного средства	4	0	4
	прочие ДТП	3	2	1,5
	Всего	21	18	1,17
2019	столкновениях в параллельном направлении	4	7	0,57
	столкновения на пересечении дорог;	3	3	1
	опрокидывание транспортного средства	1	0	1
	Прочие ДТП	3	2	1,5
	Всего	11	12	0,92

Сравнение коэффициентов виновности в различные годы эксплуатации автомобильной техники k_{2017} ; k_{2018} ; k_{2019} и в целом по ОПС за три года $k_{\text{ОПС}}$ позволяет количественно охарактеризовать резервы по сокращению числа ДТП каждого вида.

Если $k_{2019} > k_{2017}$, то это значит, что по вине водителей в данный год эксплуатации совершается в $k_{2019} > k_{2017}$ раз больше происшествий. Поэтому подразделениям необходимо особое внимание обратить на сокращение числа ДТП данного вида, а учебным подразделениям учитывать это в ходе подготовки.

По значениям показателей виновности для каждого вида ДТП можно вычислить обобщенный показатель виновности по формуле 2:

$$Z = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}{k_1 \cdot N_1 + k_2 \cdot N_2 + k_3 \cdot N_3 + k_4 \cdot N_4} \quad (2)$$

где n_1, n_2, n_3, n_4 - среднее число столкновений, опрокидываний, и прочих видов ДТП по вине водителей ОПС;

N, N, N_3, N_4 - аналогичные показатели, но не по вине водителей, а с участием транспортных средств;

k_1, k_2, k_3, k_4 - коэффициенты виновности водителей в разных группах ДТП в целом по ОПС.

Данные табл. 2 где: $z_1 = 1,24$; $z_2 = 1,233$. $z_3 = 1,101$ показывают, что, в первом году организация работ по предупреждению ДТП хуже, чем в среднем по ОПС и для выравнивания уровня аварийности следует снизить его не менее чем на 16 %.

Необходимо отметить, что во многих изученных в ходе проведения исследования работах сравнение уровня безопасности движения по значению относительного показателя аварийности предлагается в расчете на 100000 км пробега, поскольку этот показатель достаточно объективно отражает интенсивность эксплуатации транспортных средств.

Также в ходе проведенного анализа было выявлено, что для транспорта гражданских организаций этот показатель практически равен показателю аварийности в расчете на 10 тыс. транспортных средств, при этом еще более справедливо будет рассчитывать относительные показатели отдельно различных транспортных средств. Тем не менее, в данной статье речь ведется об относительных показателях в расчете на 100000 км пробега, хотя в случае отсутствия этих сведений также можно использовать данные о числе транспортных средств. Относительные показатели для каждой категории транспортных средств вычисляются по формуле 3

$$R_{\text{опс}} = \frac{n_{\text{опс}}}{L_{\text{опс}}} \quad (3)$$

где $L_{\text{опс}}$ - средний за 3 года пробег транспортных средств данного пограничного отряда или группы.

Непосредственное сравнение уровня аварийности в ОПС со средним уровнем производится по показателю и рассчитывается по формуле 4

$$\gamma = \frac{R_i}{R_{\text{опс}}} \quad (4)$$

где R_i – значение относительного показателя в данной воинской части;

$R_{\text{опс}}$ - значение аналогичного показателя по ОПС в целом.

Если $\gamma > 1$ то уровень аварийности в пограничном отряде или группе выше среднего по ОПС и должен быть снижен в γ раз за планируемый период.

Тогда значение относительного показателя будет вычисляться по формуле 5

$$R'_i = \frac{R_i}{\gamma} \quad (5)$$

а число ДТП сократится до уровня рассчитываемого по формуле 6

$$n'_i = R'_i \cdot L_i = \frac{R_i \cdot L_i}{\gamma} \quad (6)$$

Эту формулу можно модифицировать, введя коэффициенты, характеризующие неравномерность поступления на вооружение новых образцов автомобильной и бронетанковой техники. И действительно, в отдельных пограничных отрядах парк автомобильной техники за последнее десятилетие вырос и обновился на 30-40 %. Данный рост происходит за счет формирования новых подразделений и ввода в строй новой автомобильной и бронетанковой техники. В то же время в ОПС имеются и такие воинские части, в которых данный рост практически отсутствует. Очевидно, что воинские части в ОПС находятся в разных условиях, и эти условия можно учесть отношением, рассчитываемым по формуле 7

$$y = \frac{S_i}{S_{\text{ОПС}}} \quad (7)$$

где S_i - коэффициент роста пробега (численности парка) в отряда;
 $S_{\text{ОПС}}$ - аналогичный коэффициент для ОПС в целом.

Коэффициенты S_i и $S_{\text{ОПС}}$ определяются либо на основе плановых заданий по росту объема грузопассажирских перевозок, направленных на обеспечение охраны государственной границы, либо по сложившимся тенденциям. С учетом этих коэффициентов формула для расчета плановых заданий примет следующий вид.

$$n'_i = \frac{S_i \cdot n_i}{S_{\text{ОПС}} \cdot \gamma} \quad (8)$$

По формуле 9 для каждой категории транспортных средств рассчитывается общее задание на сокращение аварийности к концу планируемого периода

$$n'_{i\Sigma} = (n'_i)_{\text{га}} + (n'_i)_{\text{ла}} + (n'_i)_{\text{ав}} + (n'_i)_{\text{пр}} \quad (9)$$

где индексы $n'_{\text{га}}$ $(n'_i)_{\text{ла}}$ $(n'_i)_{\text{ав}}$ $(n'_i)_{\text{пр}}$ означают соответственно грузовые автомобили, легковые автомобили, автобусы и прочие виды транспортных средств используемых в подразделении.

Для воинских частей, в которых не только относительный показатель аварийности в расчете на 100000 км пробега, но и коэффициент виновности водителей z выше среднего по ОПС, устанавливаются более значительные задания по сокращению аварийности (табл.3).

$$n''_{i\Sigma} = \frac{n'_{i\Sigma}}{z} \quad (10)$$

Если у воинской части $z < 1$ или $\gamma < 1$, то можно использовать те же формулы, полагая, что у $z = 1$ или $\gamma = 1$ соответственно.

Таблица 3 – Исходные данные и расчет заданий по сокращению числа ДТП по вине водителей грузовых, легковых автомобилей и автобусов за второй год на примерах

№ в/ч	Категория транспортных средств	Количество ДТП по вине водителей ОПС N_i	Пробег ТС в/ч, L_i тыс. км	Коэффициент оценки аварийности R_i	Коэффициент прироста АТ S_i	Расчет плановых заданий M_i
1	Грузовые автомобили	-	623350	-	-	-
	Легковые автомобили	2	641000	0,3	-	-
	Автобусы	-	338170	-	-	-
	Мотоциклы, квадроциклы и прочее	-	54000	-	-	-
2	Грузовые автомобили	1	975400	0,1	-	-
	Легковые автомобили	2	1600000	0,125	-	-
	Автобусы	-	637721	-	-	-
	Мотоциклы, квадроциклы и прочее	1	27273	0,36	-	-
3	Грузовые автомобили	1	539000	0,18	-	-
	Легковые автомобили	-	710000	-	-	-
	Автобусы	-	166875	-	-	-
	Мотоциклы, квадроциклы и прочее	-	23555	-	-	-

В заключении необходимо остановиться на ограничениях условий применения данной методики, так как наиболее объективную оценку деятельности на основе показателей аварийности можно получить только для тех воинских частей, в которых насчитывается не менее 80 транспортных средств. Для более мелких воинских частей состояние аварийности в основном будет зависеть от уровня подготовки водителей, однако незначительно могут влиять и другие факторы, не связанные с уровнем проводимой профилактической работы.

Это обстоятельство сохраняется и в тех случаях, когда используются данные не за 1 год, а за 3-5 лет. Поэтому расчет заданий по сокращению аварийности целесообразно проводить, прежде всего, для крупных воинских частей, отвечающих за эксплуатацию не менее 80 ед. транспортных средств.

Заключение

Таким образом, в целях уменьшения количества ДТП в ОПС предлагается:

1. Информацию об итогах работы по предупреждению дорожно-транспортных происшествий при эксплуатации транспортных средств доводить до всех категорий военнослужащих и лиц гражданского персонала воинской части.

2. Проводить анализ причин и условий ДТП с должностными лицами, ответственными за организацию и эксплуатацию ТС в воинской части, с учетом его использования при проведении занятий и инструктажей с водителями и

старшими машин, с целью исключения причин и условий, способствующих нарушению ПДД и совершению ДТП.

3. Повысить эффективность работы офицеров управления, командиров подразделений и должностных лиц подразделений, отвечающих за эксплуатацию ТС, при организации и проведении мероприятий с водительским составом по недопущению ДТП и административных правонарушений в области безопасности дорожного движения, а также происшествий с ТС.

4. При проведении единых дней и недель безопасности дорожного движения организовывать проведение дополнительных мероприятий по исключению случаев управления ТС в состоянии алкогольного опьянения, а также по неукоснительному соблюдению требований ПДД и недопущению ДТП при эксплуатации личного транспорта

5. Организовать проведение дополнительных занятий с военнослужащими, исполняющими обязанности старших машин и всеми категориями водителей ТС по следующим темам:

«Маневрирование» (гл. 9 ПДД);

«Расположение ТС на проезжей части дороги» (гл. 10 ПДД);

«Скорость движения ТС» (гл. 11 ПДД);

«Проезд перекрестков» (гл. 13 ПДД).

6. Каждый факт административного правонарушения в области безопасности дорожного движения и эксплуатации ТС водителями военнослужащими и работниками ОПС (нарушение скоростного режима и др.) при управлении служебными ТС, а также при этом роль и место старших машин, рассматривать на заседании военной квалификационной комиссии. По результатам рассмотрения вышеуказанных нарушений принимать конкретные меры к нарушителям, вплоть до отстранения водителей от управления служебными ТС или военнослужащих от исполнения обязанностей старших машин.