

Основная научно-техническая идея и практические достижения

Научный коллектив, выдвигаемый на соискание премии Правительства Российской Федерации 2024 года в области науки и техники для молодых ученых, получил ряд значимых научных, технических и технологических результатов, соответствующих Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (далее - Стратегия) и решающих задачи обеспечения потребностей аэродромной сети России путем импортозамещения зарубежной техники при выполнении работ в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств».

Основной научно-технической идеей настоящей работы, выдвигаемой на соискание премии Правительства Российской Федерации 2024 года в области науки и техники для молодых ученых, является разработка и внедрение комплекса передовых научно-технических решений, методов и методик для создания семейства отечественных специальных наземных транспортно-технологических средств нового поколения, позволяющих проектировать, оптимизировать, адаптировать и производить на территории Российской Федерации и на российских материальных базах специальный транспорт, предназначенный для решения профильных задач промышленности, хозяйственных предприятий и государства с целью обеспечения транспортного и технологического суверенитета страны в условиях санкционных воздействий и дефицита техники.

Основным результатом работы является разработка семейства отечественных аэродромных машин нового поколения и создание высокотехнологичного производства на базе ООО «СпецАгрегат». Разработанный комплекс специальных транспортных средств обладает высокими показателями производительности, эффективности, экономичности, а также качества проводимых работ и не уступает отечественным и зарубежным аналогам, как в основных эксплуатационных, так и в экономических параметрах, а применение в качестве базового шасси автомобиль

УРАЛ-63704-0111 позволяет говорить о высокой степени ремонтпригодности при длительной эксплуатации.

В процессе работы над созданием семейства отечественных специальных аэродромных транспортно-технологических средств коллектив разработал ряд инновационных методов и способов оптимизации конструкции навесного оборудования, рабочих параметров и отдельных элементов базового шасси, что позволило обеспечить высокие эксплуатационные и экономические параметры.

В результате работы коллектива авторов были разработаны, оптимизированы, адаптированы и внедрены методы и методики повышения надежности подшипников скольжения двигателей внутреннего сгорания и прочих агрегатов транспортных средств путем совершенствования и объединения существующих методов определения надежности пар трения и учета отдельных зависимостей, что позволяет преждевременно определять ресурс подшипника скольжения. Помимо этого, при решении данной задачи был разработан ряд технических решений, отраженных в приложениях к данной заявке на конкурс и представляющих собой полезные модели масляных фильтров с двойной фильтрацией, датчиком эффективности и отдельной конструкции, устанавливаемой между фильтром и блоком двигателя, сообщающей блоку управления ДВС о состоянии фильтрующего элемента и масла ДВС.

Также разработана и применена на практике уточненная методика проведения ресурсных испытаний конструкции при воздействии ассиметричных вибрационных нагрузок, применительно к транспортным средствам, элементам конструкции и навесного оборудования. Данная методика также позволяет оптимизировать проведение трехмерных компьютерных испытаний конструкций на предельную выносливость при ассиметричном многоцикловом нагружении, что характерно для любых транспортных средств.

Разработана методика оптимизации и определения параметров продувочной установки специального автомобиля и его эксплуатационных параметров путем установления зависимостей влияния конструктивных параметров воздуховода и выходного сечения, а также вентилятора системы нагнетания на требуемую мощность силовой установки с учетом механических, гидравлических и аэродинамических потерь. Так, разработанная методика позволяет оптимизировать

конструкцию продувочной установки под различные задачи и условия эксплуатации, а также в зависимости от базового шасси и особенностей его конструкции, что позволяет говорить об ее универсальности. На рисунках 1-3: 1 – показатели специального автомобиля-аналога; 2 – показатели разработанного специального автомобиля.

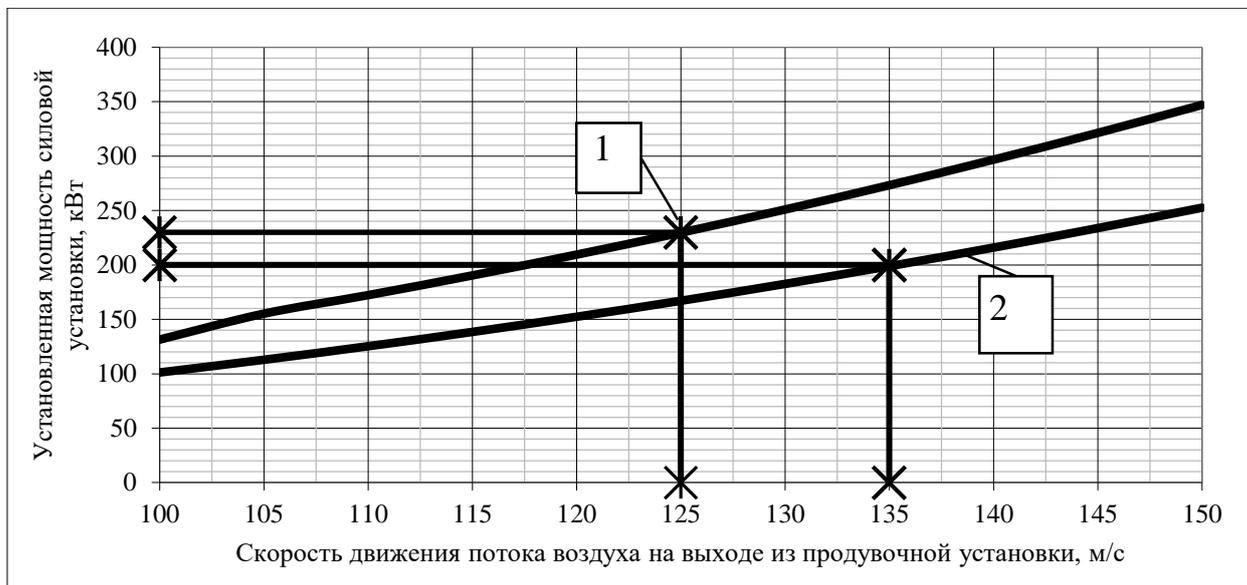


Рисунок 1 – Установленная мощность двигателя продувочной установки с предлагаемыми параметрами в сравнении с аналогом.



Рисунок 2 – Расход специального автомобиля в сравнении с аналогом

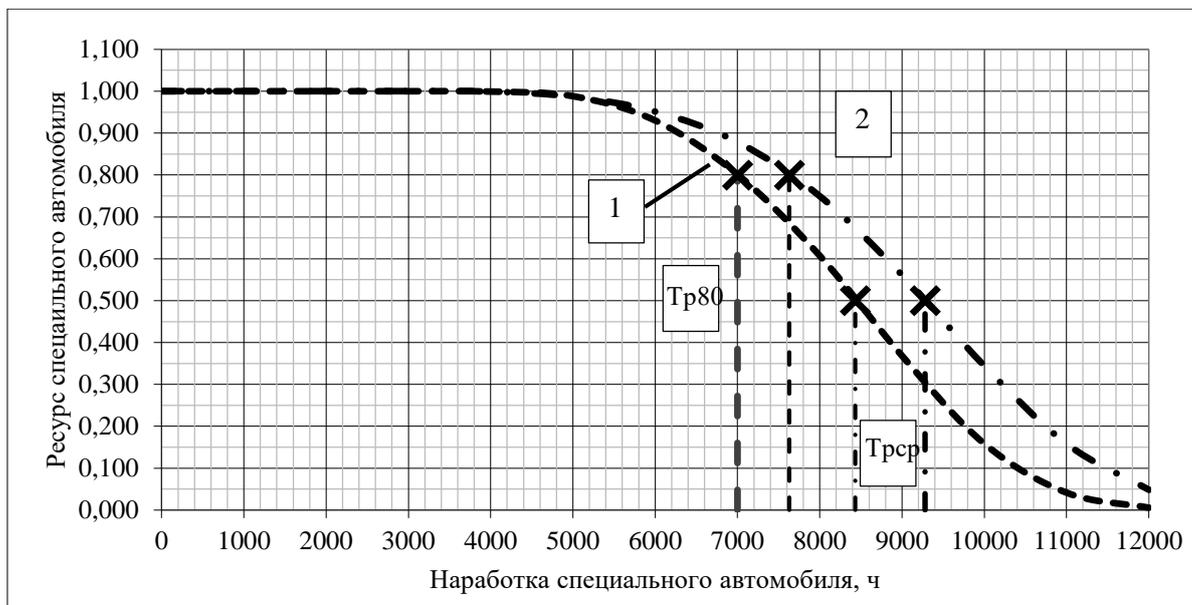


Рисунок 3 – Кривые распределения ресурса специального автомобиля

Разработаны и исследованы конструкции надрамников специальных автомобилей с гидравлической системой и продувочной установкой с учетом предлагаемой методики проведения ресурсных испытаний конструкции при воздействии асимметричных вибрационных нагрузок.

В результате научно-исследовательской деятельности и применения разработанных методик коллективу авторов в составе научного коллектива в рамках гранта удалось разработать, произвести, пройти эксплуатационные испытания и допустить до эксплуатации комплекс аэродромных машин нового поколения, которые стали первыми носителями предлагаемых инновационных научно-технических решений.

Материальным результатом деятельности коллектива авторов стали 3 специальных автомобиля: аэродромная подметально-продувочная машина (рисунок 1.а), аэродромная поливомоечная машина (рисунок 1.б) и аэродромная плужно-щеточная машина с раздачей твердого реагента (рисунок 1.в).



а)

б)



в)

Рисунок 1: а) – аэродромная подметально-продувочная машина;
б) - Аэродромная поливомоечная машина; в) - аэродромная плужно-щеточная
машина с раздачей твердого реагента

Новизна, отличающая данную работу

В настоящее время в Российской Федерации функциональными являются более 350 аэропортов и аэродромов, каждый из которых должен быть обеспечен требуемым количеством специальных автомобилей для содержания летного поля. В последние несколько лет отмечается сильный дефицит наиболее востребованных специальных автомобилей для содержания летного поля ввиду санкционного воздействия со стороны европейских стран, что требует разработки, производства и совершенствования отечественных специальных автомобилей.

В связи с общей тенденцией увеличением количества санкций со стороны ряда европейских стран и производителей аэродромной техники значительно снизились объемы поставок техники и оборудования. В результате это привело к возрастанию спроса данных транспортных средств для обслуживания аэродромов, стоимости на них, проблемам с эксплуатацией и обслуживанием. Так, перед учеными и инженерами Российской Федерации встал вопрос о развитии собственных

аэродромных специальных автомобилей, способных осуществлять круглогодичное содержание летного поля аэродрома и включающих в себя навесное оборудование отечественного производства.

Научно-технически показатели работы заключаются в разработке трех методик повышения эксплуатационных свойств специальных автомобилей путем увеличения ресурса пар трения подшипников скольжения, повышения жесткости конструкции рамы, надрамника и навесного оборудования, а также снижения требуемой мощности продувочной установки. Помимо этого, в результате научной деятельности коллектива предложено несколько технических решений, позволяющих усовершенствовать систему очистки масла двигателей внутреннего сгорания и определять фактическое состояние фильтрующего элемента и масла в целом. Также разработаны конструкции рамы и надрамника, а также продувочной установки, расчет которых основывался на применении методики одного из авторов коллектива.

Предлагаемые в рамках данной заявки научно-технические решения, методы и методики позволяют следующих результатов при проектировании и эксплуатации специальной аэродромной машины:

1. Достигнуто увеличение восьмидесятипроцентного ресурса до 7630 часов наработки, что составляет на 8% больше, чем у автомобиля без изменения конструкции продувочной установки и режимов работы ДВС (до применения представленной методики повышения эксплуатационных свойств специального автомобиля).

2. Обеспечивается снижение расхода топлива с 52 до 42 литров на 100 км пути при проведении работ с продувочной установкой, что составляет более 19,2%.

3. Производительность специального автомобиля при использовании продувочной установки возросла на 25% и составляет 48 га/ч;

4. За срок службы, соответствующий восьмидесятипроцентному ресурсу специального автомобиля, равному $T_{p80}=7640$ ч, экономический эффект экономии на топливе для специального автомобиля составляет до 4 803 197 руб. При этом стоимость парка подвижного состава специальных автомобилей с предлагаемой конструкцией продувочной установки до 4 раз ниже относительно специальных автомобилей-аналогов.

Сравнение с существующими отечественными и зарубежными аналогами

Таблица 1 – Основные технические характеристики разработанного специального автомобиля в сравнении с аналогами

№ п/п	Характеристика	Значение			
		Разработанный специальный автомобиль	SCHMIDT CJS	GILLETTA 3TASK	OVERAASEN RSC 250
1.	Шасси	УРАЛ, КАМАЗ	Mercedes, MAN, Volvo	Mercedes-Benz, Renault, Volvo	Mercedes, Scania, Volvo
2.	Мощность двигателя	412 л.с. (ЯМЗ-653)	Зависит от базового шасси	500 л.с.(Volvo)	360 л.с.(Volvo)
3.	Мощность вспом.двигателя	412 л.с. (ЯМЗ-653)	350 л.с.	348 л.с.(опция)	348 л.с.
4.	Длина отвала	5200-6000 мм	4800/5600 мм	6000 мм	5850 мм
5.	Ширина уборки по отвалу	4800-5600 мм	4070/4750 мм	5200 мм	4590 мм
6.	Длина щетки	6000 мм	4200 мм	5000 мм	4200 мм (4600 мм – опция)
7.	Ширина уборки по щетке	4800 мм (при 25 градусах)	3560 мм (при 32 градусах)	4530 мм (при 25 градусах)	3673 мм (4061 мм – опция)
8.	Диаметр щетки	900 мм	-	900 мм	920 мм
9.	Скорость вращения	0-900 об/мин	-	0-700 об/мин	0-900 об/мин
10.	Продувочное устройство	после задней оси	после задней оси	после задней оси	Перед задней осью
11.	Производительность продувки	28800 м ³ /ч (8 м ³ /с)	40000 м³/ч (11,1 м³/с)	40000 м³/ч (11,1 м³/с)	36000 м ³ /ч (10 м ³ /с)
12.	Скорость выдуваемого воздуха	130 м/с	120 м/с	110 м/с	125 м/с
13.	Длина машины без отвала	12774 мм	-	9715 мм	9715 мм
14.	Подруливающая задняя ось	-	-	Опция	Есть
15.	Производительность в режиме плуг + щетка + продувка	30 га/ч	22 га/ч	20 га/ч	25 га/ч
16.	Производительность в режиме «продувка»	48 га/ч	35 га/ч	30 га/ч	36 га/ч
17.	Скорость движения в режиме «продувка»	60 км/ч	60 км/ч	60 км/ч	60 км/ч

Достигнутый экономический и/или социальный эффект

Внедрение результатов представленной научно-исследовательской работы позволяет значительно (до 30%) сократить время на проектирование специальных автомобилей, что в долевом эквиваленте от стоимости готового для реализации

автомобиля составляет порядка 7-10%. Наиболее полная оценка общего экономического эффекта будет складываться из экономического эффекта на следующих стадиях жизненного цикла специальных автомобилей: при проектировании, реализации и эксплуатации.

Достоверно известно, что комплекс аэродромных машин, разработанный на основе описанных в научно-исследовательской работе решений, в данный момент времени оценивается следующим образом: аэродромная подметально-продувочная машина имеет стоимость 48,1 млн. руб., аэродромная поливомоечная машина 29,6 млн. руб., аэродромная плужно-щеточная машина с раздачей твердого реагента 31,1 млн. руб. (коммерческое предложение ООО «Завод СпецАгрегат» от 11.01.2024 г. приложено в дополнительных материалах заявки). Таким образом, экономический эффект для предприятий-изготовителей на стадии проектирования и производства специального автомобиля и до его реализации, исходя из экономической эффективности, оцененной в 7-10%, составляет 2,1 - 4,8 млн. руб.

Для эксплуатантов аэродромных специальных автомобилей в настоящее время отсутствует возможность покупки и эксплуатации европейских машин типа SCHMIDT CJS и др., так как в связи с ростом курса европейской валюты стоимость автомобилей стала превышать 60 млн. руб., а с возникновением санкционных воздействий возможность покупки и вовсе стала невозможной. В настоящее время для эксплуатантов аэродромной техники появился рынок Китая, но взаимодействие с ним не развилось до должного уровня и стоимость аэродромных машин оценить не является возможным. Таким образом, в настоящее время существует острый дефицит техники и если смотреть на последнюю известную стоимость данных транспортных средств, то экономический эффект при покупке 1 автомобиля составляет от 20 млн. руб. до 30 млн. руб. При оценке требуемого количества специальных автомобилей для содержания аэродромных покрытий аэропортов города Москва определено, что существует потребность в 30 автомобилях каждого класса, т.е. необходимо закупить 90 автомобилей. Таким образом, экономический эффект от применения представленных в работе научно-обоснованных технических решений, методов и методик для эксплуатантов города Москва составляет от 1,8 млрд. руб. до 2,7 млрд. руб.

В процессе выполнения представленной научно-исследовательской работы, посвященной разработке и внедрению комплекса научно-технических решений для создания семейства отечественных специальных наземных транспортно-технологических средств нового поколения, установлено, что при эксплуатации специального автомобиля обеспечено повышение ресурса специального автомобиля относительно зарубежных аналогов на 8% и снижение расхода топлива на 19,2%, что на всем сроке эксплуатации обеспечивает экономический эффект, равный 4,8 млн. руб. Так, при эксплуатации комплекса аэродромных машин эксплуатантами города Москва, состоящего из 105 автомобилей суммарный экономический эффект за весь срок службы составляет 504 млн. руб.

Как отмечают сами заводы-изготовители специальных аэродромных и коммунальных машин суммарный расчетный экономический эффект от внедрения разработанного комплекса аэродромных машин для государства, отрасли и эксплуатантов исчисляется десятками миллиардов рублей.

Стоит отметить, что результаты научно-исследовательской работы, выдвигаемой на соискание премии Правительства Российской Федерации 2024 года в области науки и техники для молодых ученых, являются универсальными для большинства специальной техники и могут применяться в горнодобывающей промышленности, дорожном хозяйстве и др.

Социальный эффект от внедрения предлагаемой работы, посвященной разработке и внедрению комплекса научно-технических решений для создания семейства отечественных специальных наземных транспортно-технологических средств нового поколения, невозможно недооценить. В текущих условиях дефицита специальных аэродромных машин стоит монументальный вопрос обеспечения безопасности авиационного сообщения, так как некачественное и несвоевременное содержание летного поля аэродрома может привести к досрочному износу основных элементов шасси, фюзеляжа и двигателей воздушных судов, что может привести, в том числе, и к несчастным случаям, примеров чего, к сожалению, в мировой истории эксплуатации самолетов достаточно.