ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина» ■

На правах рукописи

О Б 2 0 0 Ь Ь 0 9 ь\* 0

ДЗОЦЕНИДЗЕ Тенгизи Джемалиевич

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАЛОГАБАРИТНЫХ

ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ О

НАЗНАЧЕНИЯ С ШИРОКИМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ

ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации

сельского хозяйства

Диссертация

на соискание ученой степени

доктора технических наук

Москва, 2009

Стр.

Введение 6

Глава 1. Состояние проблемы. Постановка задач исследования 11

Глава 2. Исследование предпосылок создания грузовых

автомобилей сельскохозяйственного назначения 26

2.1. Исследование тенденций использования

автотранспорта в сельскохозяйственном производстве 26

2.1.1. Особенности товаропроизводства в КФХ и ЛПХ

и анализ перевозок мелкопартионных грузов 36

2.1.2. Разработка методики оценки эффективности

применения МТС в условиях КФХ и ЛПХ по принципу качественного сравнения 48

2.2. Научные основы создания грузовых автомобилей

сельскохозяйственного назначения 66

2.2.1. Анализ опыта создания малотоннажных

автомобилей 74

2.2.2. Анализ опыта создания автомобилей высокой

проходимости грузоподъемностью до 6 т 80

2.2.3. Разработка мероприятия НИОКР на частном

примере перспективного грузового автомобиля высокой проходимости 87

2.3. Выводы по главе 98

Глава 3. Разработка научных основ создания семейства

МТС 100

3.1. Анализ имеющегося опыта создания и применения аналогов МТС в транспортной инфраструктуре,

коммунальном хозяйстве и сельской местности 102

&

3.1.1. Универсальное моторное орудие (Унимог) -

принципы создания и особенности эксплуатации 103

3.1.2. Анализ отечественного опыта создания

«автотракторов» 113

3.1.3. Исследование аналогов МТС в виде средств

механизации и транспортной инфраструктуры 123

3.2. Разработка концепции создания семейства МТС на основе локализации и синтеза основных технических

требований 132

3.2.1. Основные предпосылки для разработки

концепции 133

3.2.2. Разработка математической модели динамики

движения МТС по деформируемому грунту 135

3.2.3. Локализация технических требований к средствам механизации сельскохозяйственного

назначения 143

3.2.4. Локализация технических требований к малогабаритным транспортным средствам для сельского

хозяйства 147

3.2.5. Синтез и разработка ГОСТ «Автомобильные транспортные средства специальные с широкими функциональными возможностями. Общие технические

требования» 149

3.3. Выводы по главе : 155

Глава 4. Математическое моделирование процессов

взаимодействия МТС с деформируемым грунтом с учетом

требований экологии земледелия 158

4.1. Анализ основных требований экологии земледелия 158

4.1.1. Физико-механические свойства почвы и анализ

воздействия колесных движителей на почву 163

4.1.2. Сравнительная оценка параметров проходимости

и экологических показателей 178

чЗ

4.2. Математическая модель прямолинейного движения

МТС по деформируемому грунту с учетом экологических показателей 183

4.2.1. Основные принципы и особенности разработки

математической модели 183

4.2.2. Разработка математической модели 186

4.3. Экспериментальные исследования шины типа

Свампер Боггер размерности 37x13.00-16LT 189

4.4. Выводы по главе 204

Глава 5. Разработка типажа и создание опытных образцов

МТС 207

5.1. Разработка типажа МТС 207

5.1.1. Определение назначения и условий

операционного применения семейства МТС 216

5.1.2. Особенности реализации модульного принципа

проектирования МТС 221

5.1.3. Разработка технических заданий на опытные

образцы МТС 225

5.2. Разработка принципов формирования

художественного облика опытных образцов МТС 245

5.2.1. Анализ вариантности дизайнерских решений 248

5.2.2. Создание макетных образцов, опытной оснастки, выбор композиционных полимерных материалов и

технологии их переработки 253

5.2.3. Создание опытных образцов первой и второй

серии 259

5.3. Выводы по главе 264

Глава 6. Экспериментальные исследования опытных

образцов МТС 266

6.1. Предварительные (заводские) испытания опытных

образцов 266

6.2. Результаты государственных приемочных испытаний опытных образцов МТС и доработка

конструктивных решений 269

6.3. Проведение ресурсных испытаний 294

6.4. Оценка экономической эффективности 299

6.5. Выводы по главе 306

Основные выводы и рекомендации 309

Литература 313

Приложение 1 Приложение 2 Приложение 3 Приложение 4

1. На основе комплексных теоретических и экспериментальных исследований обоснованы параметры малогабаритных транспортных средств сельскохозяйственного назначения с широкими функциональными возможностями с учетом условий товаропроизводства и грузоперевозок в малых формах хозяйствования.

2. Разработана концепция создания МТС сельскохозяйственного назначения с широкими функциональными возможностями на основе локализации и синтеза основных технических требований динамики движения, экологии взаимодействия движителей с почвой и производственно-экономических условий малых форм хозяйствования. Технические решения защищены 19 патентами на полезные модели, промышленные образцы и изобретения.

3. Разработан типаж вновь создаваемого класса машин с учетом модульного принципа проектирования. Рекомендуется: для перевозки грузов в условиях КФХ и JITIX основными показателями МТС как транспортного средства являются грузоподъемность, производительность и себестоимость перевозок, а при использовании на вспомогательных работах - тяга на крюке и обороты ВОМ. Причем грузоподъемность может быть определена в виде ряда 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,5 и 2,0 т; тяга на крюке - 0,6...0,8 т для использования имеющегося шлейфа агрегатируемого оборудования, обороты ВОМ - 540 и 1000 мин'1.

4. Разработанная методика оценки эффективности применения МТС по принципу качественного сравнения позволяет на стадии проектирования сравнить существующий и создаваемые автомобили по таким параметрам как производительность и себестоимость единичных транспортных средств от изменения коэффициента использования пробега, технической скорости, времени погрузочно-разгрузочных работ и длины ездки с грузом в условиях

ЗОд

малых форм хозяйствования. Рекомендуется в качестве базового создание и применение автомобиля-самосвала высокой проходимости, обеспечивающего рост производительности и уменьшение себестоимости транспортных работ в результате сокращения времени погрузочно¬разгрузочных работ, увеличения технической скорости и коэффициента использования пробега за счет более высокой подвижности.

5. Разработанные математические модели динамики движения МТС по деформируемому грунту и взаимодействия движителей с деформируемым грунтом позволяют изучить режимы движения, когда: сцепление буксует, автомобиль начинает движение; сцепление заблокировано, автомобиль разгоняется и движется с постоянной скоростью; сцепление отключено, производится переключение передач. При этом полученные системы дифференциальных уравнений в общем виде отражают динамику движения по деформируемым грунтам и другим дорогам. Установлено, что, так как МТС не является основной технологической машиной сельскохозяйственного назначения, то задачу по уменьшению вредного воздействия можно определить как необходимость уменьшения максимальных давлений на почву и глубины образуемой колеи, снижения буксования, а требования экологичности могут коррелироваться с параметрами проходимости с точки зрения предельно допустимых нагрузок, кроме касательных. Рекомендовано создание новой модели шины в соответствии с результатами расчетных исследований.

6. Результаты теоретических исследований подтверждены с

расхождением не более 8% в процессе проведения комплексных

экспериментальных исследований опытных образцов МТС (в условиях ФГУП «НАМИ» и ОАО «ФИИЦ М», на Кубанской МИС). Установлено, что результаты лабораторных исследований в основном соответствуют требованиям технического задания. Пробеговые испытания по горной местности были выдержаны. Результаты мощностных и топливно-экономических испытаний в основном подтвердили показатели ТЗ. В результате тяговых испытаний класс тяги 0,9 получил подтверждение. При испытаниях по сплошной обработке почвы с навесным культиватором шириной захвата 2,45 м производительность за час основного времени составили 1,58 га при ширине захвата 2,45 м и скорости движения 6,4 км/ч. Производительность за час технологического времени - 1,53 га. Снижение технологической производительности по отношению к основной на 3% объясняется затратами времени на выполнение поворотов. Производительность за час сменного времени — 1,29 га. При проведении культивации производительность за час эксплуатационного времени составила - 1,07 га, при коэффициенте готовности 0,8. удельный расход топлива за время сменной работы - 5,4 кг/га.

7. Параметры, заложенные в конструкцию опытных образцов на стадии проектирования, а также рекомендации по разработке автомобиля-самосвала были подтверждены при определении эксплуатационно-технологических показателей:

- на перевозке отсева производительность за час основного времени составила 0,74 т/ч или 2,74 ткм/ч, технологического - 0,68 т/ч или-2,54 ткм/ч. Производительность за час эксплуатационного времени составила 0,57 т/ч или 2,12 ткм/ч при коэффициенте готовности 0,8. удельный расход топлива составил 3,01 кг/т или 0,81 кг/ткм;

- на перевозке песка производительность за час основного времени составила 0,83 т/ч или 3,04 ткм/ч, технологического - 0,73 т/ч или 3,72 ткм/ч. Производительность за час эксплуатационного времени составила 0,61 т/ч или 2,25 ткм/ч. Удельный расход топлива составил 2,75 кг/т или 0,69 кг/ткм;

- на перевозке гравия производительность за час основного времени была получена 0,8 т или 2,96 ткм, технологического — 0,7 т/ч или 2,79 ткм/ч. Производительность за час эксплуатационного времени — 0,63 т или 2,33 ткм. Удельный расход топлива при этом - 3,08 кг/т или 0,83 кг/ткм.

8. Разработана и предложена концепция организации промышленной площадки, рекомендован план производства семейства МТС, согласно которому на одном из машиностроительных заводов ведется подготовка серийного производства. Разработан ГОСТ Р «Автомобильные транспортные средства специальные с широкими функциональными возможностями. Общие технические требования».

9. Проведенные оценочные расчеты экономической эффективности показали, что при планируемом выпуске 30 тыс. машин в год, себестоимость изделия составила 439800 руб., цена одного образца при рентабельности 20% - 527760 руб., верхний предел цены может быть определен

конъюнктурой региональных рынков сбыта готовой продукции, а годовой экономический эффект при заявленной серии -1,6 млрд, рублей